

Serviceanleitung



Transient Recorder

TR-940

2-Kanal-Transientenspeicher mit Abtastraten bis zu 2 MHz

Anschriften

Stammhaus

Mühleweg 5
7412 Eningen u. A. bei Reutlingen

Tel. (0 71 21) 8 91-1
Telex 7 29 833

Postanschrift:
Wandel & Goltermann GmbH & Co.
Postfach 45
7412 Eningen u. A.

Technische Büros

Düsseldorf

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Technisches Büro Düsseldorf
Goldberger Straße 112
4020 Mettmann

Tel. (0 21 04) 2 50 61
Telex 8 581 117

Hamburg

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Technisches Büro Hamburg
Moltkestraße 50 b
2000 Hamburg 20

Tel. (0 40) 4 20 28 28 / 29
Telex 2 14 442

München

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Technisches Büro München
Josef-Retzer-Str. 57
8000 München 60

Tel. (0 89) 83 50 50, 83 50 59
Telex 5 212 916

Süd

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Technisches Büro Süd
Mühleweg 5
7412 Eningen u. A.

Tel. (0 71 21) 8 91-5 10
Telex 7 29 833

West-Berlin

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Technisches Büro Berlin
Leberstraße 63
1000 Berlin 62

Tel. (0 30) 7 81 20 21
Telex 1 85 544

Behörden

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Vertrieb Behörden
Postfach 45
Mühleweg 5
7412 Eningen u. A.

Tel. (0 71 21) 8 91 - 5 18
Telex 729 833

Internationale Projekte

Wandel & Goltermann GmbH & Co
Vertrieb Internationale Projekte
Goldbergerstr. 112
4020 Mettmann

Tel. (0 21 04) 2 50 61
Telex 8 581 117

Deutsche Bundesbahn
Fernmeldemeisterei Essen
Schederhofstr 12
4300 Essen 1

K - 234



Geräte-Nr. 725.04.00

30. APR. 1986

TRANSIENT RECORDER TR-940

2-Kanal-Transientenspeicher mit
Abtastraten bis zu 2 MHz

Serviceanleitung BN 940, Serie A...

Best.-Nr. 0940/00.81
Ausgabe 3157

I.5.84 Bn/Ar
0.2.5.84

Änderungen vorbehalten
Printed in the Federal Republic of Germany

Wandel & Goltermann

**ELEKTRONISCHE
PRÄZISIONSMESSGERÄTE**

6	VORBEMERKUNGEN.....	6-1
6.1	Einführung in das Servicekonzept.....	6-1
6.2	Meßmittel.....	6-1
7	HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR.....	7-1
7.1	Sicherheitsmaßnahmen.....	7-1
7.1.1	Sicherheit gegen elektrischen Unfall.....	7-1
7.1.2	Hinweise zum Schutz der Schaltung.....	7-2
7.2	Lötvorschriften.....	7-2
7.3	Gerätekennzeichen.....	7-3
7.4	Demontage des Geräts.....	7-4
7.5	Lage der Baugruppen, Abgleichelemente, Testpunkte.....	7-5
7.6	Hinweise zur Fehlersuche.....	7-11
7.6.1	Konzept der Fehlereingrenzung.....	7-11
7.6.2	Eingabeschaltung.....	7-11
7.6.3	Analogteil.....	7-14
7.6.4	Speicher.....	7-16
7.6.5	Takterzeugung.....	7-20
7.6.6	Schreiber und Datenrettung.....	7-27
7.7	Abgleichanweisungen.....	7-32
7.7.1	Übersicht.....	7-32
7.7.2	Netzteilabgleich.....	7-32
7.7.3	Teilungsverhältnis bei hohen Frequenzen.....	7-33
7.7.4	Eingangskapazität.....	7-34
7.7.5	Wechselspannungsverstärkung.....	7-34
7.7.6	Referenzspannung.....	7-35
7.7.7	Gesamtverstärkung.....	7-35
7.7.8	Offsetspannung.....	7-36
8	NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN.....	8-1
8.1	Einleitung.....	8-1
8.2	Fehlerbeiträge der Vertikal-Wiedergabe nach Eichung.....	8-1
8.3	Fehlerbeiträge der Horizontal-Wiedergabe nach Eichung.....	8-4
9	FUNKTIONS- UND SCHALTUNGSBESCHREIBUNG.....	9-1
9.1	Funktionsbeschreibung des Gesamtgerätes.....	9-1
9.1.1	Allgemeine Funktion.....	9-1
9.1.2	Eingabeschaltung.....	9-1
9.1.3	Analogkarte.....	9-2
9.1.4	Speicher.....	9-2
9.1.5	Taktkarte.....	9-3
9.1.6	Schreiber und Datenrettung.....	9-4
9.2	Schaltungsbeschreibung der Baugruppen.....	9-5
9.2.1	Eingabeschaltung.....	9-5
9.2.2	Analogteil.....	9-6
9.2.3	Takterzeugung.....	9-8
9.2.4	Speicher.....	9-9
9.2.4.1	Datenteil.....	9-10
9.2.4.2	Adreßteil.....	9-11
9.2.4.3	Aufnahmesteuerung.....	9-12
9.2.4.4	Wiedergabesteuerung.....	9-12
9.2.4.5	Master/Slave-Funktionen.....	9-13
9.2.4.6	Datenrettung.....	9-13
9.2.5	Schreiber und Datenrettung.....	9-13
9.2.6	Anschlußplatine.....	9-15

BILDER

6-1	Meßgeräte.....	6-1
6-2	Sonstige Hilfsmittel und Sonderwerkzeuge.....	6-2
7-1	Geräteausbau.....	7-3
7-2	Geräterückseite.....	7-4
7-3	Entfernen von Bedienungsknöpfen.....	7-4
7-4	Gerät von oben.....	7-5
7-5	Gerät von unten.....	7-6
7-6	Klappchassis von unten.....	7-7
7-7	Gerät von oben, Klappchassis geöffnet.....	7-8
7-8	Gerät von oben, Klappchassis geöffnet.....	7-9
7-9	Netzteil von oben, ohne Anschlußplatine.....	7-10
7-10	Record Input.....	7-11
7-11	Playback.....	7-12
7-12	Record Mode.....	7-12
7-13	Eingangsteiler.....	7-13
7-14	X-Magnifier.....	7-13
7-15	Timebase.....	7-13
7-16	Triggerflanke.....	7-14
7-17	Triggerquelle.....	7-14
7-18	Relaisplan.....	7-14
7-19	Steuerung der CMOS-Schalter (3) IC 3 und (3) IC 4.....	7-14
7-20	Pegelplan.....	7-15
7-21	Impulsplan.....	7-15
7-22	Signaturtabellen.....	7-16
7-23	X-Zähler.....	7-16
7-24	Leseadressenerzeugung komplett.....	7-17
7-25	Startwertaddierer, Eingang B.....	7-17
7-26	Lesezähler.....	7-18
7-27	Schreibadressenerzeugung komplett.....	7-18
7-28	Schreibzähler.....	7-19
7-29	Startwertspeicher.....	7-19
7-30	Startwertaddierer, Eingang A.....	7-20
7-31	Impulsplan I.....	7-21
7-32	Impulsplan II.....	7-22
7-33	Impulsplan III.....	7-23
7-34	Impulsplan IV.....	7-24
7-35	Impulsplan V.....	7-25
7-36	Übersicht über Ansteuerung von C 48.....	7-26
7-37	Steuersignalverknüpfungen (IC 45).....	7-27
7-38	Dekoder IC 31.....	7-27
7-39	Wiedergabeablauf/Schreiber.....	7-29
7-40	Dekoder IC 30.....	7-31
7-41	Stellung der Flip-Flops IC 20/1, IC 20/2 und IC 36/1.....	7-31
7-42	Liste aller Abgleichelemente.....	7-32
7-43	Meßanordnung für Netzteilabgleich.....	7-32
7-44	Messung des Teilungsverhältnisses bei hohen Frequenzen.....	7-33
7-45	Abgleichtabelle zur Messung des Teilungsverhältnisses bei hohen Frequenzen.....	7-33
7-46	Messung der Eingangskapazität.....	7-34
7-47	Abgleichtabelle zur Messung der Eingangskapazität.....	7-34
7-48	Meßanordnung der Wechselspannungsverstärkung.....	7-34
7-49	Messung der Referenzspannung.....	7-35
7-50	Messung der Gesamtverstärkung.....	7-35
7-51	Messung der Offsetspannung.....	7-36
8-1	Messung der Fehlerbeiträge der Vertikal-Wiedergabe nach Eichung.....	8-2
8-2	Oszilloskop bei Erreichen der oberen Spannungsgrenze.....	8-3
8-3	Tabelle zur Überprüfung der Vertikalwiedergabe.....	8-4
8-4	Messung der Fehlerbeiträge der Horizontal-Wiedergabe nach Eichung.....	8-4
9-1	Eingangswahl.....	9-5
9-2	Prinzipschaltung einer Gleichspannungsgegenkopplung.....	9-6
9-3	Impulsplan der Wandler- und Abtastersteuerung.....	9-7

6 VORBEREITUNGEN

6.1 EINFÜHRUNG IN DAS SERVICEKONZEPT

Wartung und Instandsetzung sind die beiden Hauptaufgaben, die sich beim Service eines Meßgerätes stellen. Das Gerätehandbuch mit seiner Bedienungsanleitung, seiner Serviceanleitung und dem Anhang geben dazu alle notwendigen Informationen.

Die Bedienungsanleitung vermittelt alle notwendigen Grundkenntnisse über das Gerät. In ihrem Abschnitt 5 werden die nicht elektrischen Wartungsarbeiten beschrieben, wie z.B. Reinigung und Schmierung beweglicher Teile, sofern solche Arbeiten notwendig sind.

Die Serviceanleitung vermittelt alle speziellen Informationen zur Instandsetzung. Der Abschnitt 8 "Nachprüfen wichtiger technischer Daten" dient sowohl der Wartung als auch der Instandsetzung.

Die Informationsauswahl wurde so getroffen, daß ein erfahrener Techniker alle üblichen Instandsetzungsarbeiten durchführen kann. Nicht berücksichtigt wurden Arbeiten, die in aller Regel nur bei der Herstellung eines Gerätes auftreten.

Der Anhang faßt alle Übersichtsschaltpläne, Stromlaufpläne, Schaltteillisten und Bauteile-Lagepläne der Platinen zusammen. Darüber hinaus vermittelt er die nötigen Informationen zum Lesen der Stromlaufpläne und zum Bestellen von Ersatzteilen. Er enthält eine Übersetzungsliste Deutsch/Englisch/Französisch für wichtige Begriffe, die im Anhang verwendet werden.

6.2 MESSMITTEL

Die hier aufgeführten, für die Prüfung erforderlichen Meßgeräte stellen Empfehlungen dar. Es können auch gleichwertige Geräte anderer Hersteller verwendet werden.

Gerät	Anforderungen	empfohlener Typ	Hersteller	Verwendung siehe Abschnitt
2-Kanal-Oszilloskop mit Tastköpfen	Anstiegszeit $\leq 3,5$ ns	1740 A PM 3260 E	HP Philips	7.6, 7.7.3, 7.7.4, 7.7.5, 7.7.7, 7.7.8, 8.2
Digitalvoltmeter	4 1/2stellig	8600 A 7004-A 3465-A	Fluke Systron+Donner HP	7.7.2, 7.7.6, 7.7.7, 8.2
Universalzähler	0 ... 100 MHz Zeitintervallmessung	5316 A	HP	8.3
Teiler 2:1, 1 M Ω	Kapazitätsbereich 30 bis 50 pF	HZ 23	Hameg	7.7.4
Signature-Analyzer		5004 A	HP	7.6.4
Funktionsgenerator	Ausgangsspannungen von 80 mV _{SS} bis 10 V _{SS} einstellbar; Frequenz 0,1 Hz ... 2 MHz TTL-Ausgang	FG 204	W&G	7.6, 7.7.3, 7.7.4, 7.7.5, 7.7.7
Gleichspannungs-Netzgerät	20 V	GS 2	W&G	8.2, 7.7.7

Bild 6-1 Meßgeräte

Bezeichnung	Typ	Hersteller	Verwendung siehe Abschnitt
Potentiometer, linear, 100 Ω /0,2 W	beliebig	beliebig	7.7.7
Widerstand 100 Ω /1 %	} SMA 0207	beliebig	7.7.7
Widerstand 1 Ω /1 %		beliebig	
Widerstand 6,34 k Ω /1 %		beliebig	
Schalter, 1polig ein/aus	beliebig	beliebig	7.7.7
Abschlußwiderstand 75 Ω für BNC-Anschluß (keine Genauigkeitsanforderung; dient nur als niederohmiger Abschluß!)	beliebig	beliebig	7.7.8
Spannungsteiler bestehend aus			8.2
- Potentiometer	100 Ω lin.	} keine beson- deren Anforde- rungen	
- Widerstand	10 Ω		
- Widerstand	1 k Ω		
- Widerstand	10 k		
- Widerstand	100 k		

Bild 6-2 Sonstige Hilfsmittel und Sonderwerkzeuge

7 HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR

7.1 SICHERHEITSMASSNAHMEN

7.1.1 SICHERHEIT GEGEN ELEKTRISCHEN UNFALL

Schutzklasse

Dieses Gerät ist ein Gerät der Schutzklasse I gemäß VDE 0411 bzw. IEC Publ. 348. Das mitgelieferte Netzkabel enthält einen Schutzleiter. Außer in besonders zugelassenen Räumen darf der Netzstecker nur in Schutzkontaktsteckdosen eingeführt werden. Jede Unterbrechung des Schutzleiters, innerhalb oder außerhalb des Gerätes, ist unzulässig.

Vorsicht: Vor dem Anschließen berührungsgefährlicher Meßstromkreise ist insbesondere beim Batteriebetrieb aus einem Wechselrichter die Zuführung eines Schutzleiters, der den Schutz gegenüber berührungsgefährlichen Meßstromkreisen übernehmen kann, erforderlich.

Öffnen des Gerätes

Beim Öffnen von Abdeckungen oder Entfernen von Teilen mit Werkzeug können spannungsführende Teile freigelegt werden. Auch können Anschlußstellen spannungsführend sein.

Vor dem Öffnen des Gerätes muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein.

Wenn danach eine Kalibrierung, Wartung oder Reparatur am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, welche die damit verbundenen Gefahren kennt.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde; die Schaltbilder sind zu beachten.

Sicherungen

Es dürfen nur die vorgeschriebenen Sicherungen verwendet werden.

Reparatur, Ersatz von Teilen

Reparaturen sind fachgerecht durchzuführen. Dabei ist besonders darauf zu achten, daß die konstruktiven Merkmale des Gerätes nicht sicherheitsmindernd verändert werden. Insbesondere dürfen die Kriech- und Luftstrecken und die Abstände durch die Isolierung nicht verkleinert werden.

Zum Ersatz nur Original-Teile verwenden. Andere Ersatzteile sind nur zulässig, wenn dadurch die sicherheitstechnischen Eigenschaften des Gerätes nicht verschlechtert werden.

Prüfungen nach Reparatur und Wartung

Prüfung der Schutzleiterverbindung:

Die ordnungsgemäße Verbindung und Beschaffenheit wird durch Besichtigen und durch Messen des Widerstandes zwischen dem Schutzleiteranschluß am Stecker und dem Gehäuse geprüft. Der Widerstand soll $< 0,5 \Omega$ sein. Während der Messung soll das Anschlußkabel bewegt werden. Widerstandsänderungen geben einen Hinweis auf Beschädigungen.

Prüfen des Isolationswiderstandes:

Den Isolationswiderstand bei 500 V_~ zwischen den Netzanschlüssen und dem Schutzleiteranschluß messen. Den Netzschalter des Gerätes hierzu in Stellung "Ein" bringen. Der Isolationswiderstand soll $> 2 M\Omega$ sein.

7.1.2 HINWEISE ZUM SCHUTZ DER SCHALTUNG

Vorsicht bei der Verarbeitung von MOS-Bauelementen!

In diesem Gerät werden teilweise MOS (Metall-Oxid-Silizium)-Bauelemente verwendet. Sie können leicht durch statische Aufladungen, Brummspannungen nicht geerdeter Geräte oder sonstige Störpotentiale zerstört werden. Vor Zerstörungen durch statische Aufladungen schützt man sich durch folgende Regeln:

- MOS-Bauelemente sollen möglichst bis zum Gebrauch in der Lieferantenpackung verbleiben. Alle Anschlüsse müssen bis zur Verwendung leitend verbunden sein (schwarzer, elektrisch leitender Schaumstoff).
- Vor Entnahme der MOS-Bauelemente bzw. der mit ihnen bestückten Leiterplatten muß der elektrisch leitende Verpackungsteil eine leitfähige Arbeitsplatte oder die Masse des zu reparierenden Gerätes als Bezugspotential berühren.
- Vor dem Berühren der MOS-Bauelemente mit einer Hand den als Bezugspotential dienenden Leiter anfassen.
- Alle Werkzeuge, Geräte, das zu reparierende Geräteteil und der Bearbeiter sollen das gleiche Potential besitzen wie der als Bezugspotential dienende Leiter (z. B. eine leitfähige Arbeitsplatte oder ersatzweise die Masse des zu reparierenden Gerätes). Deshalb Werkzeuge, mit denen MOS-Bauelemente berührt werden, zuvor in Kontakt mit dem Bezugspotential bringen. Werkzeuge dürfen keine isolierten Griffe haben.
- Wird an einer Leiterplatte oder anderen Geräteteilen getrennt vom übrigen Gerät gearbeitet, ohne daß sie auf einer leitfähigen Arbeitsplatte liegen, so muß die Masse der Leiterplatte usw. mit dem Bezugspotential verbunden werden.

Vor Zerstörungen durch Brummspannungen beim Löten schützt man sich durch eine dauernde Verbindung des LötKolbens mit der Masse des zu reparierenden Gerätes.

MOS-Bauelemente erkennt man durch die Buchstaben MOS, CMOS oder MOSFET in der Bauelementezeichnung der Schalteilliste.

7.2 LÖTVORSCHRIFTEN

Die Verwendung von dünnem Lötzinn mit wenig Flußmittelvorrat wird empfohlen. Es ist zu beachten:

- Lötzeiten bei allen Bauelementen ≤ 5 s
- Löttemperaturen $\leq 260^\circ \text{C}$
- Flußmittelspritzer auf Schalterkontakten vermeiden
- Beim Löten an Schalterkontakten oder anderen elektromechanischen Bauelementen vermeiden, daß Flußmittel auf Kontaktstellen gelangt.

Hinweis für das Auslöten von Bauelementen mit vielen Anschlüssen:

Das Absaugen des Lötzinns jedes einzelnen Anschlußdrahtes mit Hilfe einer speziellen Entlöteinrichtung ist allen anderen Methoden überlegen. Beim Entlöten durch leichtes Wackeln sich versichern, daß jeder einzelne Anschluß frei ist. Keine Gewalt anwenden!

Durchplattierungen sind empfindlich gegen Zugkräfte beim Löten!

Bei Dual-Inline-Bauelementen kann durch Abtrennen der Anschlüsse mit hochtouriger Trennscheibe auf der Bauelementeseite und durch Auslöten der einzelnen Anschlüsse die Leiterplatte sehr geschont werden.

7.3 GERÄTEKENNZEICHEN

Für Rückfragen, Ersatzteilbestellung oder für die Kontrolle, ob die vorliegende Serviceanleitung zu dem zu reparierenden Gerät gehört, sind folgende Gerätekennzeichen erforderlich:

Typenbezeichnung, Bezeichnung der speziellen Ausführung, eingebaute Zusatzeinrichtungen, Serienindex und Gerätenummer.

Bild 7-2 zeigt, wo die einzelnen Gerätekennzeichen zu finden sind.

Geräteausbau

Nach dem Öffnen der 4 oberen Innensechskantschrauben wird das Gerät nach oben aus dem Gehäuse gehoben.

Werkzeug:

Sechskantschlüssel Sw = 3
(siehe Geräterückseite)

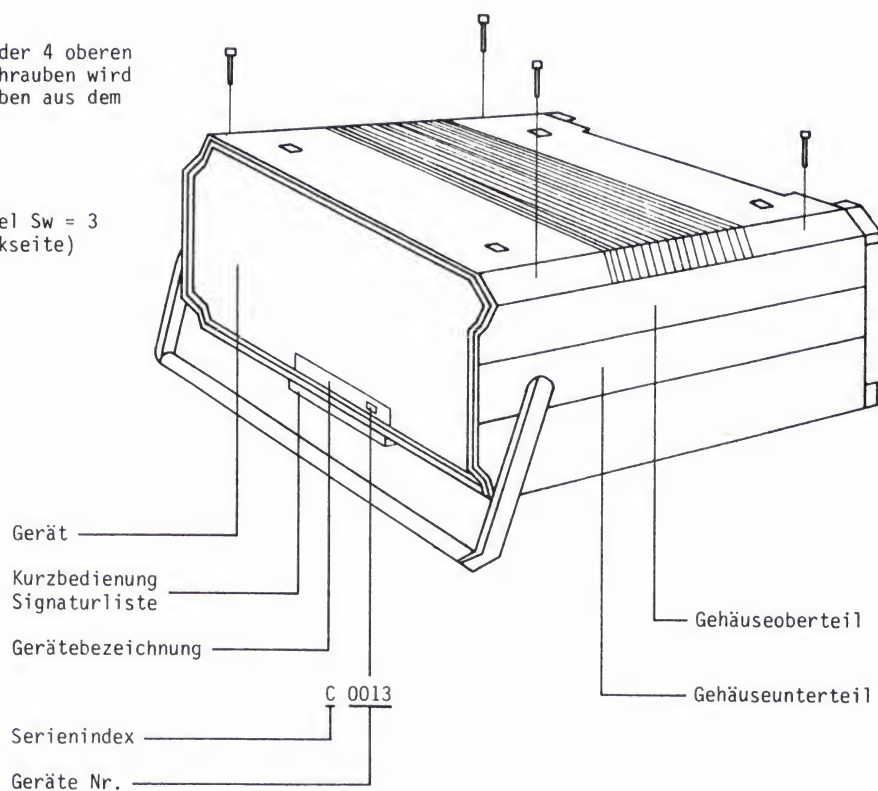


Bild 7-1 Geräteausbau

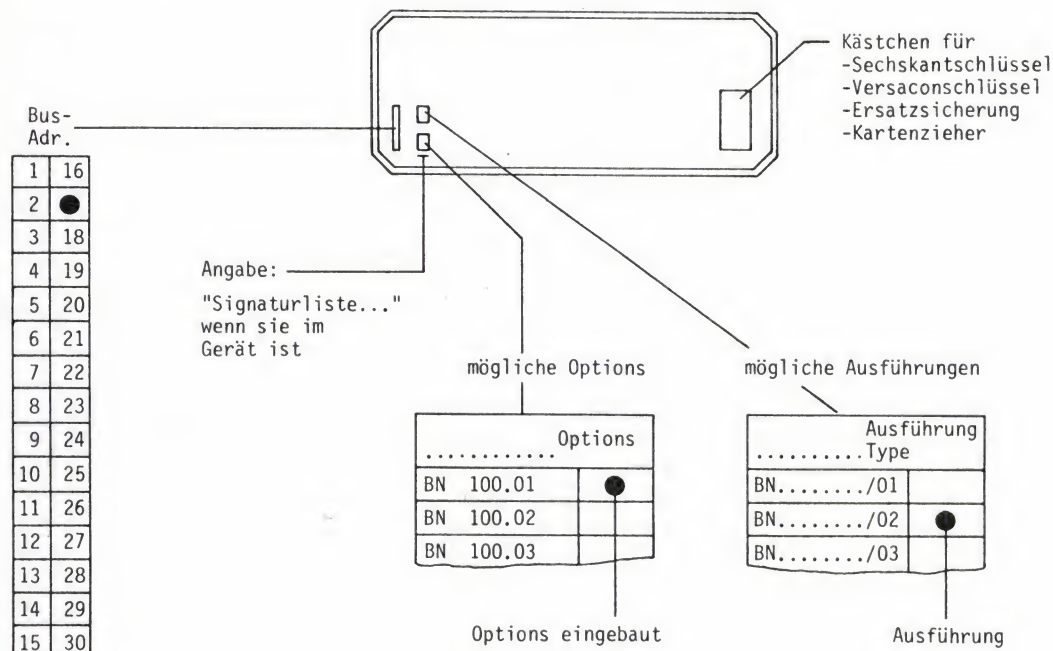
Geräterückseite

Bild 7-2 Geräterückseite

7.4 DEMONTAGE DES GERÄTS

Geräteausbau siehe Bild 7-1 und 7-2 (Kap. 7.3).

Entfernung von Bedienungsknöpfen siehe Bild 7-3.

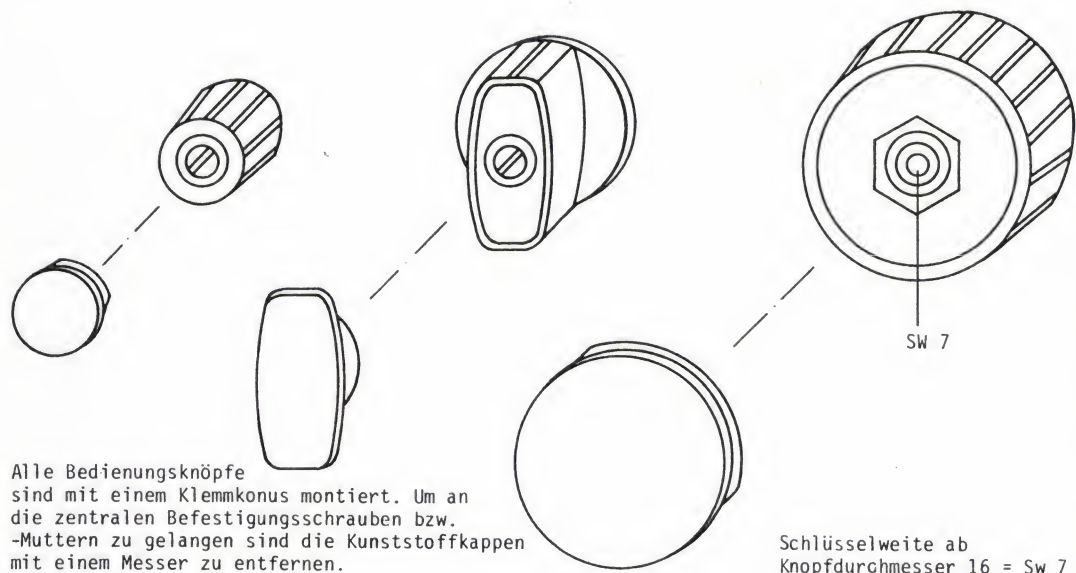


Bild 7-3 Entfernung von Bedienungsknöpfen

7.5 LAGE DER BAUGRUPPEN, ABGLEICHELEMENTE,
TESTPUNKTE

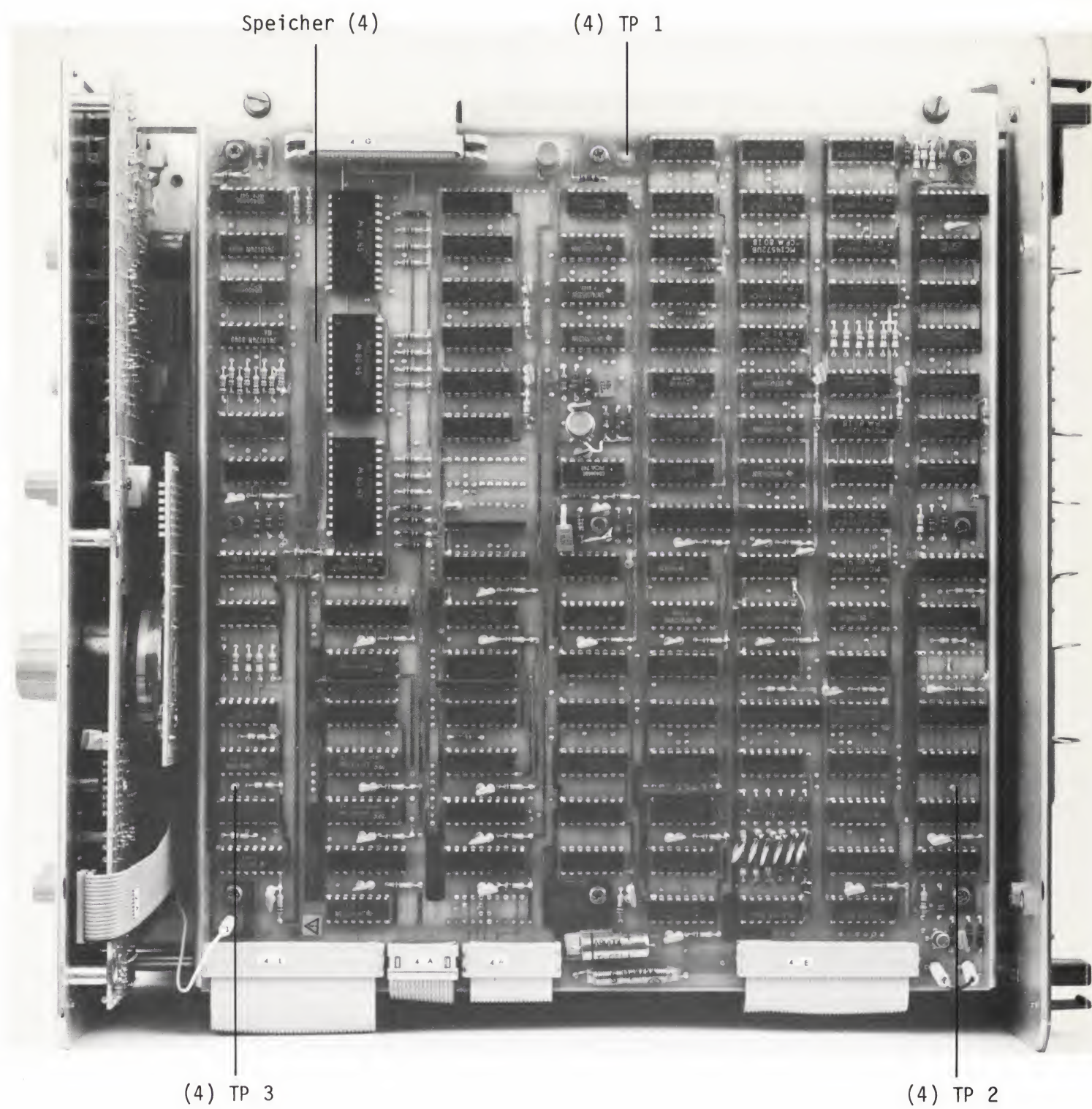


Bild 7-4 Gerät von oben

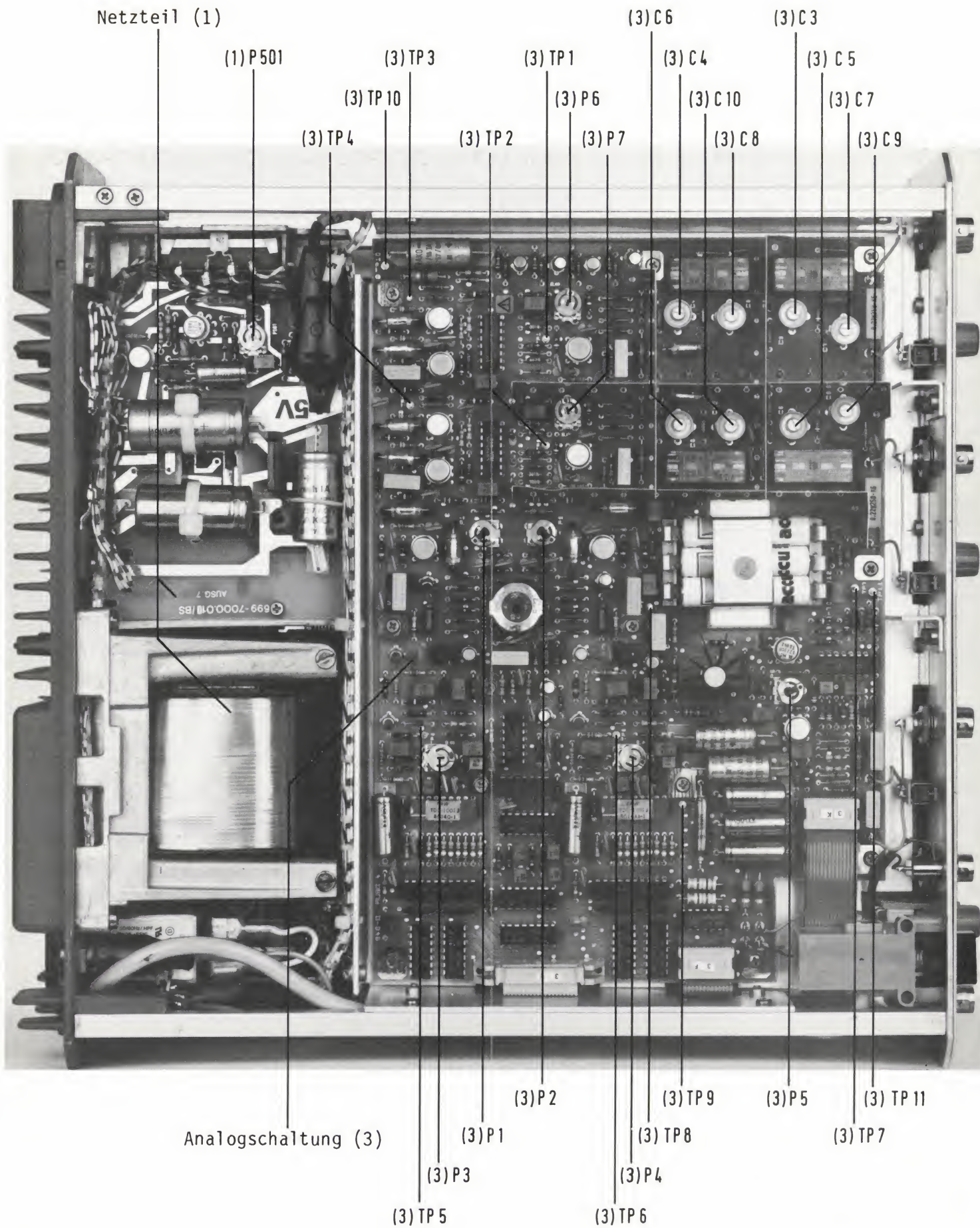
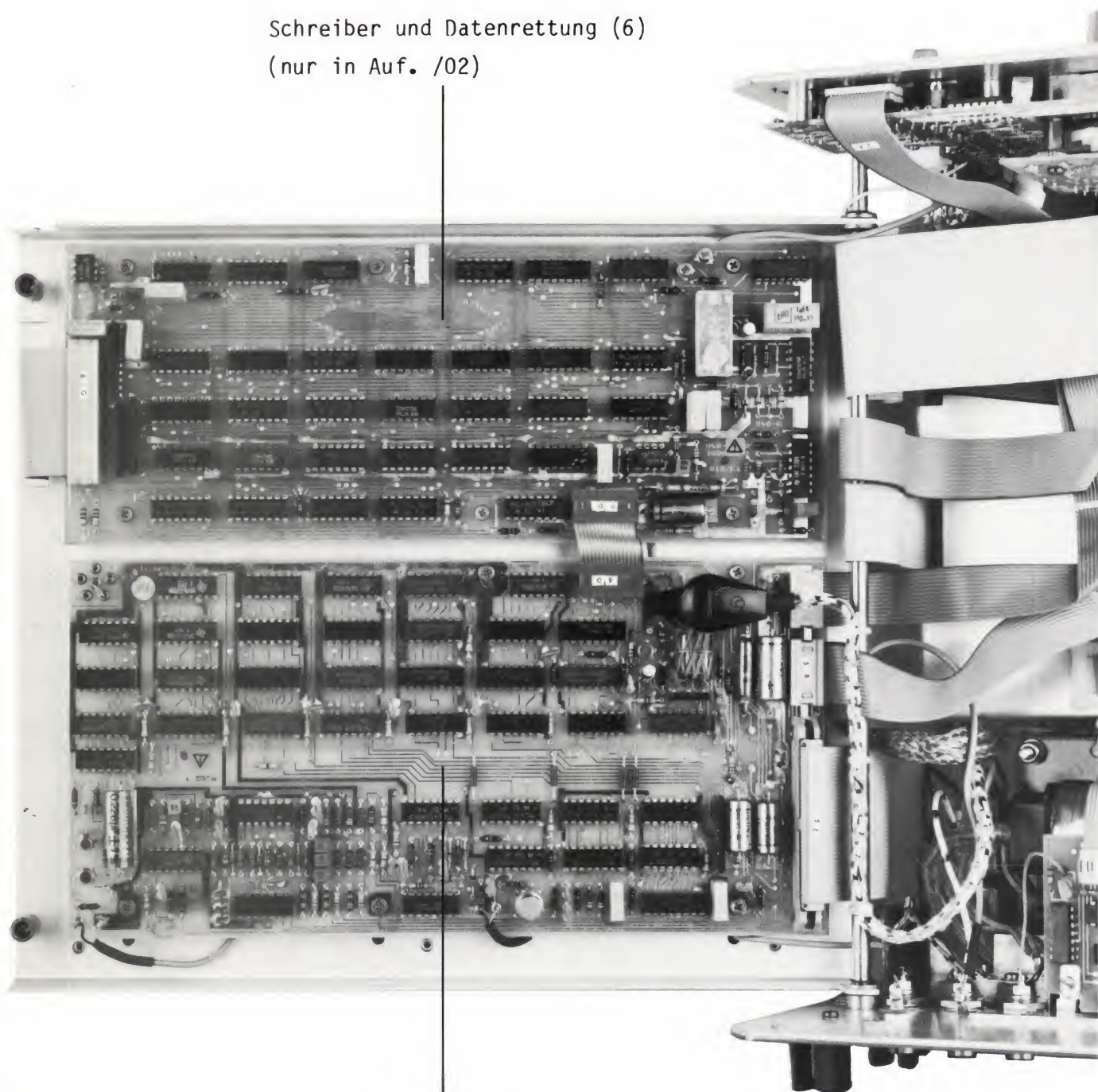


Bild 7-5 Gerät von unten

Schreiber und Datenrettung (6)
(nur in Auf. /02)



Taktausgang (5)

Bild 7-6 Klappchassis von unten

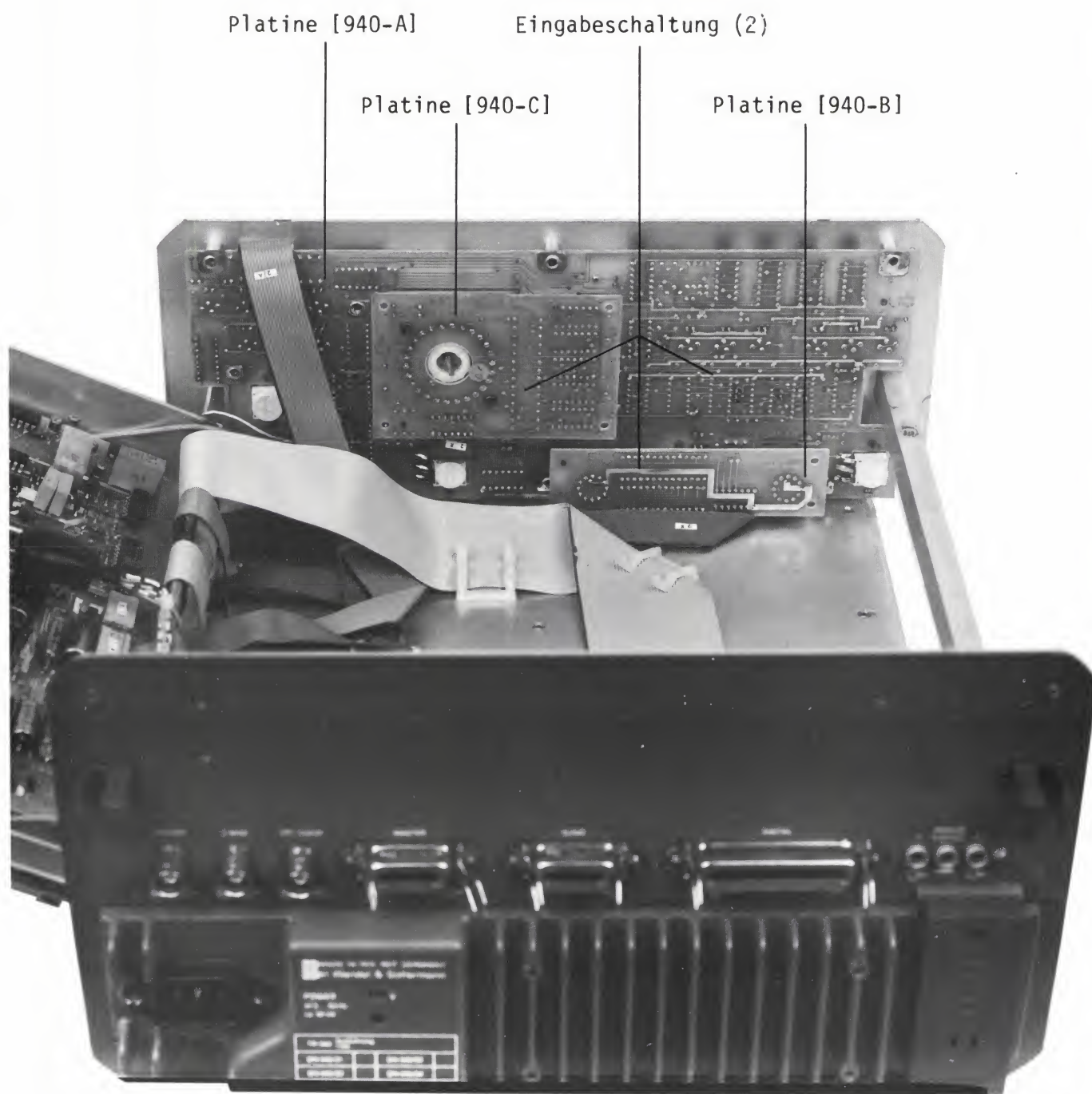


Bild 7-7 Gerät von oben, Klappchassis geöffnet

Anschlußplatine (7) (nur in Ausf. /02)

Netzteil (1)

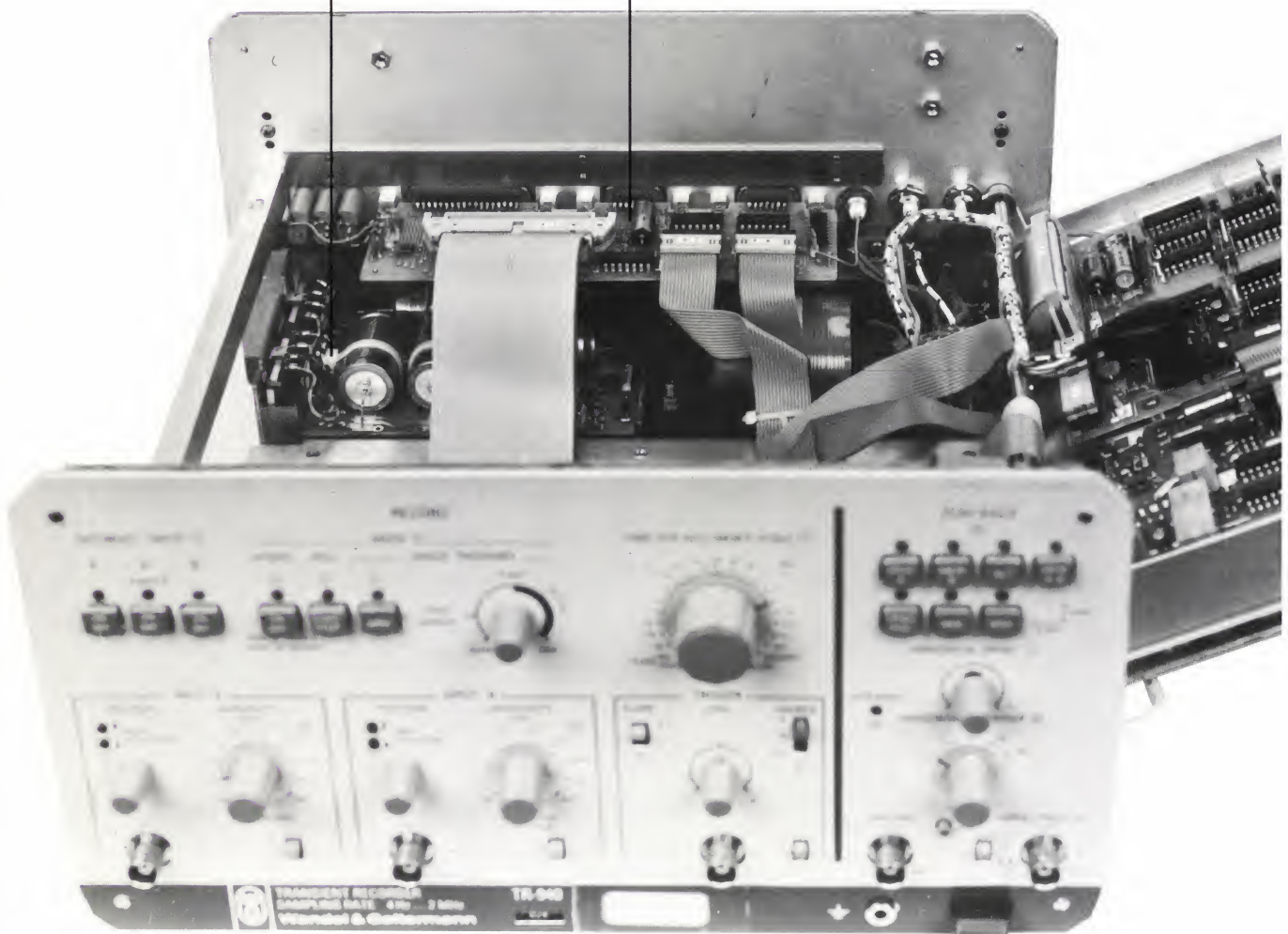
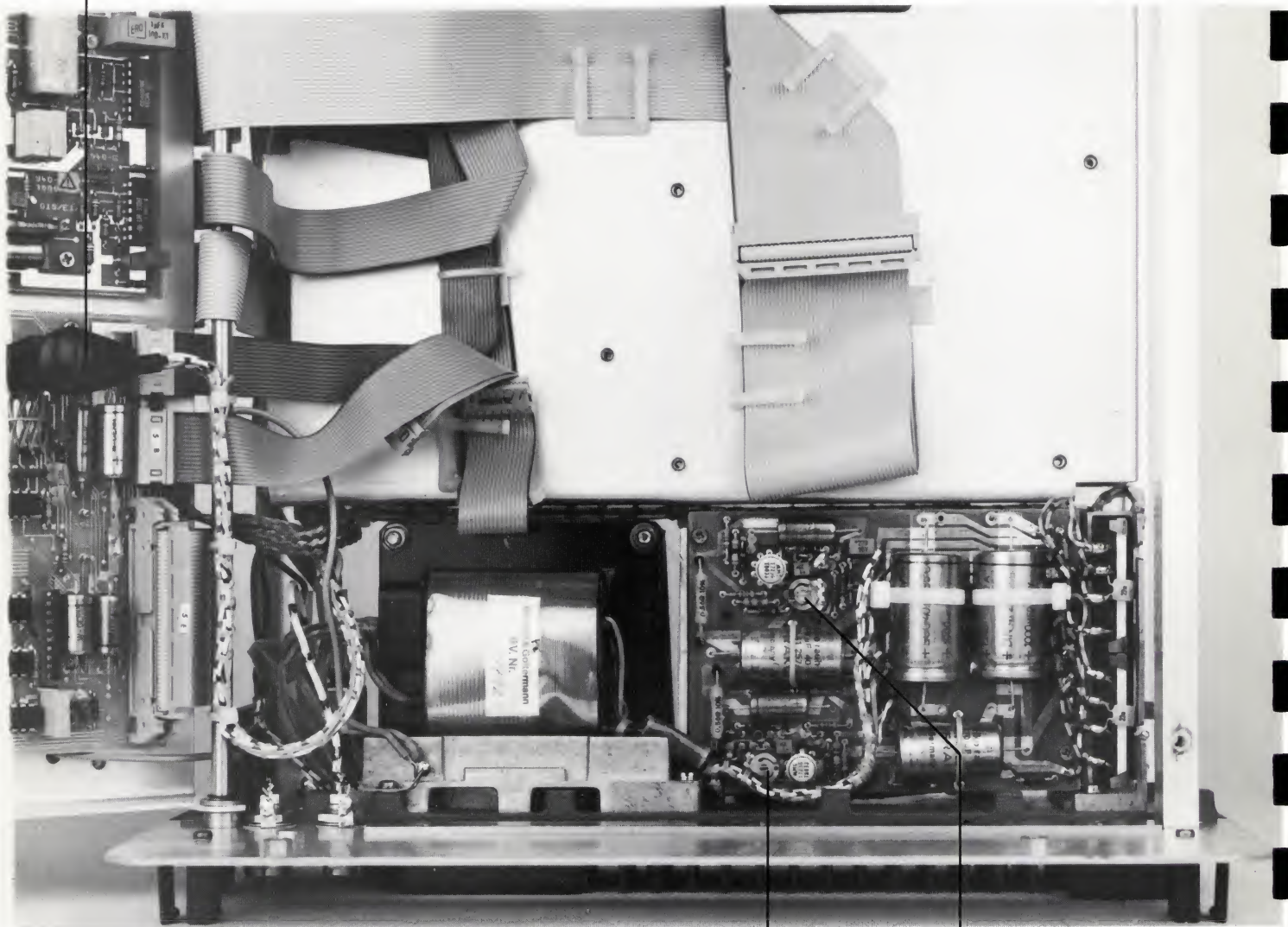


Bild 7-8 Gerät von oben, Klappchassis geöffnet

(1) Bu 4



(1) P 1201

(1) P 1202

Bild 7-9 Netzteil von oben, ohne Anschlußplatine

7.6 HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE

7.6.1 KONZEPT DER FEHLEREINGRENZUNG

Bei dem Gerät TR-940 läßt sich in der Regel aus dem Fehlersymptom und aus den von außen erkennbaren ungestörten Funktionen der Fehler auf eine bestimmte Baugruppe eingrenzen. Läßt sich die Fehlerquelle nicht unmittelbar erkennen, so sind daher möglichst viele, von der Frontplatte aus einstellbare Gerätefunktionen zu überprüfen, um einzelne Baugruppen von der Fehlersuche ausschließen zu können.

Für diese grobe Kontrolle werden als Hilfsmittel nur ein Funktionsgenerator als Signalquelle und ein Oszilloskop als Sichtgerät benötigt. Es sind folgende Fragen zu klären:

- Betrifft der Fehler nur eine einzelne Funktion?
 - Folgen die Kontrolllampen auf der Frontplatte der Tastenbetätigung?
 - Ist nur die Aufnahme bzw. nur die Wiedergabe gestört?
 - Arbeiten die Sichtfunktionen Min, Max und Trig. Pos. fehlerfrei?
 - Ist nur ein Kanal betroffen?
 - Wird der Speicherinhalt bei eingeschalteter Aufnahme geändert?
 - Reagieren die Übersteuerungsanzeigen beim Betätigen der Positions-Regler?
- (Hinweis auf die Funktion des A/D-Wandlers!)

Die Fragen sollen als Denkanstoß dienen, um einen Ausgangspunkt für die Fehlersuche zu finden. Hierzu noch ein spezieller Hinweis: Es gibt eine Reihe von Fehlern, die zum Verschwinden des Bildes führen. In diesem Fall dient die Kontrolle der Eingangssignale von (5) IC 45 als Ausgangspunkt für die Fehlersuche. Siehe hierzu Kap. 7.6, Abschnitt "Signalausblendung". Ist der Fehler vorab auf eine bestimmte Baugruppe eingegrenzt, so sind im entsprechenden Abschnitt zusätzliche Hinweise, Impulsdigramme und Wahrheitstabellen als Ergänzung zum Stromlaufplan zu finden, die die weitere Fehlersuche unterstützen.

7.6.2 EINGABESCHALTUNG (2)

Zur Überprüfung der Schaltungsfunktionen in der Eingabeschaltung reichen Wahrheitstabellen weitestgehend aus, da nur wenige zusätzliche Funktionen enthalten sind.

Einstellung	Ausgangssignal		
	a	b	ab
Aus	L	L	L
A	H	L	L
B	L	H	L
A, B	H	H	L
A → Mem B	L	L	H

Durch folgende Vorgänge wird der Zustand "Aus" eingeschaltet:

- Einschalten des Gerätes
- Schalter "Timebase" in Stellung "Block"
- Speicherinhalt wird über Buchse "Digital" ausgelesen

Bild 7-10 Record Input

Einstellung	Ausgangssignal		
	WS 1	WS 2	WS 3
A	H	L	L
B	L	H	L
A&B	H	H	L
A-B	L	L	L
Trigg. Pos.	H	H	H
Min	L	L	H
Max	L	H	H

Beim Einschalten des Gerätes wird der Zustand "A&B" eingeschaltet.

Wird der Speicherinhalt über die Buchse "Digital" ausgelesen, so bleibt die Einstellung erhalten, nur die Anzeigelampe wird angeschaltet.

Bild 7-11 Playback

Schaltungszustand	Anzeige	Ausgangssignal				Rec.		
		Per	Off	Arm	Löschen (Löschen/2)			
Update ein	ON [3]	H	H	H	H*	L		
Roll ein	START [4]	L	H	L	H*	L		
Single ein	ARM [5]	L	H	H	H*	L		
Update aus	} LEDs aus	H	H	H	H	L		
Roll aus		L	L	H	H	L		
Single aus (Aufnahme beendet)		L	H	H	H	L		
<div><div>A ↑ B</div><div>Record Erase</div></div>		Einstellung am Schalter		H	H	H	H	H
		Timebase		H	H	H	L	H

* Beim Einschalten einer dieser Funktionen geht der Ausgang Löschen (Löschen/2) kurzzeitig (einige ms) auf L-Pegel.

Bild 7-12 Record Mode

Durch folgende Vorgänge wird der Zustand "Roll aus" eingeschaltet:

- Einschalten des Gerätes
- Schalter "Timebase" in Stellung "Block"
- Speicherinhalt wird über Buchse "Digital" ausgelesen
- Schalter "Timebase" in Stellung "Slave"

Besonderheit bei der Betriebsart Single: Beim Einschalten der Funktion kommt als Rückmeldung von der Aufnahmesteuerung: STa ein geht auf L-Pegel. Nach beendeter Aufnahme geht das Signal STa ein auf H-Pegel und schaltet damit die Anzeige "ARM" [5] aus.

Einstellung	Ausgangssignal ETA, ETB			
	1	2	3	4
0,01 V/Div.	H	H	H	H
0,02 V/Div.	L	H	H	H
0,05 V/Div.	H	L	H	H
0,1 V/Div.	H	H	L	H
0,2 V/Div.	L	H	L	H
0,5 V/Div.	H	L	L	H
1 V/Div.	H	H	H	L
2 V/Div.	L	H	H	L
5 VDiv.	H	L	H	L
10 V/Div.	H	H	L	L

Bild 7-13 Eingangsteiler

Einstellung	Ausgangssignal		
	DE 1	DE 2	DE 3
X1	L	H	H
X2	H	H	H
X5	H	L	H
X10	H	H	L
X20	H	L	L

Bild 7-14 X-Magnifier

Einstellung	Ausgangssignal					Rec.	Erase	Slave	Blocked
	TB 0	1	2	3	4				
A Erase	L	L	L	H	H	H	H	L	L
B Record	L	L	L	H	H	H	L		
50 s	L	L	L	H	L	L			
20 s	L	L	L	L	H				
10 s	L	L	L	H	H				
5 s	H	L	L	H	L				
2 s	H	L	L	L	H				
1 s	H	L	L	H	H				
0,5 s	L	H	L	H	L				
0,2 s	L	H	L	L	H				
0,1 s	L	H	L	H	H				
50 ms	H	H	L	H	L				
20 ms	H	H	L	L	H				
10 ms	H	H	L	H	H				
5 ms	L	L	H	H	L				
2 ms	L	L	H	L	H				
1 ms	L	L	H	H	H				
0,5 ms	H	L	H	H	L				
0,2 ms	H	L	H	L	H				
0,1 ms	H	L	H	H	H				
Ext.	H	H	H	H	H				
Block	L	L	L	H	H				H
Slave	L	L	L	H	H			H	L

Bild 7-15 Timebase

Einstellung	Ausgangssignal TrF	Einstellung	Ausgangssignal	
			TrQ 1	TrQ2
	H	A	H	L
	L	B	L	L
		Ext.	L	H

Bild 7-16 Triggerflanke

In den Record Mode-Einstellungen "Update aus" und $A \rightarrow B$ liegen die Signale TrQ 1 und TrQ 2 immer auf H-Pegel.

Bild 7-17 Triggerquelle

7.6.3 ANALOGTEIL (3)

Einstellung	ETA 3	ETA 4	Rel 1	Rel 2	ETB 3	ETB 4	Rel 3	Rel 4
10 V/Div.	L	L	X	X	L	L	X	X
1 V/Div.o. 2 V/Div.o. 5 V/Div.	H	L		X	H	L		X
0,1 V/Div.o. 0,2 V/Div.o. 0,5 V/Div.	L	H	X		L	H	X	
0,01 V/Div.o. 0,02 V/Div.o. 0,05 V/Div.	H	H			H	H		

X: Relais hat angezogen

Bild 7-18 Relaisplan

Einstellung	ETA 1	ETA 2	(3) IC 3 X1 X2 X3
0,05 V/Div. o. 0,5 V/Div. o. 5 V/Div.	H	L	X
0,02 V/Div. o. 0,2 V/Div. o. 2 V/Div.	L	H	X
0,01 V/Div. o. 0,1 V/Div. o. 1 V/Div.	H	H	X

Einstellung	ETB 1	ETB 2	Avs B 2	(3) IC 4 X1 X2 X3 X5 X6 X7
$A \rightarrow B$ ausgeschaltet:				
0,05 V/Div. o. 0,5 V/Div. o. 5 V/Div.	H	L	L	X
0,02 V/Div. o. 0,2 V/Div. o. 2 V/Div.	L	H	L	X
0,01 V/Div. o. 0,1 V/Div. o. 1 V/Div. o. 10 V/Div.	H	H	L	X
$A \rightarrow B$ eingeschaltet				
0,05 V/Div. o. 0,5 V/Div. o. 5 V/Div.	H	L	H	X
0,02 V/Div. o. 0,2 V/Div. o. 2 V/Div.	L	H	H	X
0,01 V/Div. o. 0,1 V/Div. o. 1 V/Div. o. 10 V/Div.	H	H	H	X

x Eingang ist durchgeschaltet

Kombinationen von Steuersignalen, die in den Tabellen nicht enthalten sind, treten in einem fehlerfreien Gerät nicht auf.

Bild 7-19 Steuerung der CMOS-Schalter (3) IC 3 und (3) IC 4

Meßpunkt	Signal	Gleichspannung
IC 1, Pkt. 3; IC 2, Pkt. 3	80 mV _{SS}	ca. 0 V
TP 1, TP 2	200 mV _{SS}	ca. 0 V
IC 3, Pkt. 3; IC 4, Pkt. 3	200 mV _{SS}	ca. 0 V
TP 3, TP 4	500 mV _{SS}	ca. 0 V
IC 7, Pkt. 6; IC 8, Pkt. 6	500 mV _{SS}	ca. -250 mV
Emitter von T 5 bzw. T 6	500 mV _{SS}	ca. -2,2 V (hängt von T 9 bzw. T 10 ab)
Basis von T 13 bzw. T 15	500 mV _{SS}	ca. -1,60 V
Emitter von T 13 bzw. T 15	500 mV _{SS}	ca. -960 mV
TP 5, TP 6	500 mV _{SS}	ca. -250 mV

Bild 7-20 Pegelplan

Die angegebenen Signalspannungen gelten für ein Eingangssignal von 80 mV_{SS} und 1 kHz bei der Eingangsteilereinstellung 0,01 V/Div. Die Betriebsart AvsB ist nicht eingeschaltet und die Positions-Regler sind so eingestellt, daß an (3) IC 7, Pkt. 3 und (3) IC 8, Pkt. 3 jeweils eine Spannung von -125 mV liegt.

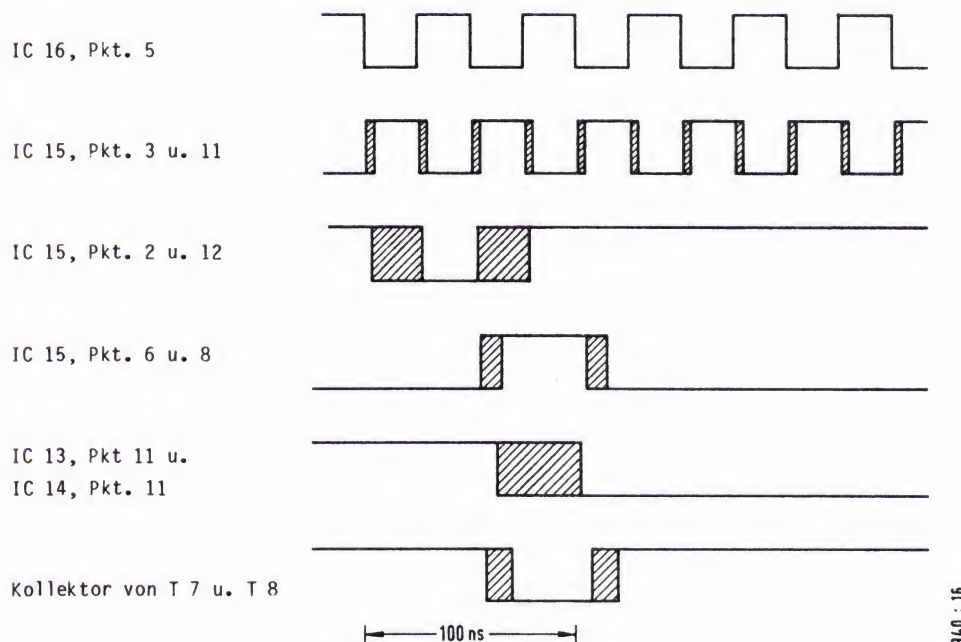


Bild 7-21 Impulsplan

Die Impulsflanken liegen innerhalb der schraffierten Zonen, die durch Laufzeitunsicherheiten bestimmt sind.

7.6.4 SPEICHER (4)


Zur Fehlersuche in der Baugruppe Speicher kann für die grobe Eingrenzung und zur Funktionskontrolle größerer Schaltungsteile die Signaturanalyse eingesetzt werden. Es folgt eine Übersicht über die Signaturtabellen und die jeweils überprüften Funktionen.


Tab.	Funktion
7 - 23	X-Zähler
7 - 24	Leseadressenerzeugung komplett
7 - 27	Schreibadressenerzeugung komplett
7 - 26	Lesezähler (IC 73-75)
7 - 28	Schreibzähler (IC 61-63)
7 - 29	Startwertspeicher (IC 58-60)
7 - 30	Startwertaddierer, Eingang A (IC 67-69)
7 - 25	Startwertaddierer, Eingang B (IC 67-69)


Bild 7-22 Signaturtabellen

Spezielle Geräteeinstellung: keine


Überprüfte Funktion: X-Zähler (IC 125-127, 107/1)


Start: IC 114.9, pos. Flanke 


Stop: IC 114.9, neg. Flanke 

Clock: IC 96.12, pos. Flanke 

Rahmensignatur: 7A70

Start: IC 114.9, neg. Flanke 

Stop: IC 114.9, pos. Flanke 

Clock: IC 96.12, pos. Flanke 

Rahmensignatur: PC14

Testpunkt	Signatur
IC 125.6	H62U
IC 125.11	C21A
IC 125.14	HA07
IC 125.2	H0AA
IC 126.6	P030
IC 126.11	4442
IC 126.14	4U2A
IC 126.2	0772
IC 127.6	9635
IC 127.11	1734
IC 127.14	8P54
IC 127.2	0000
IC 107.15	0000

Testpunkt	Signatur
IC 125.6	5909
IC 125.11	F8U8
IC 125.14	6832
IC 125.2	35H1
IC 126.6	U0F5
IC 126.11	9CH2
IC 126.14	7P30
IC 126.2	F019
IC 127.6	15H2
IC 127.11	6F25
IC 127.14	6F6P
IC 127.2	PC4F
IC 107.15	0UCU


Bild 7-23 X-Zähler

Geräteeinstellung: Mode Update (ON); Record Enable A, B; Playback beliebig; Timebase 1 ms/Div.; X-Magnifier x 1; X-Offset Rechtsanschlag; Triggerquelle extern; Triggerflanke beliebig; Triggermoment beliebig; Triggerpegel Mittelstellung.

Signal mit 10 kHz und 10 V_{ss} auf den Triggereingang Buchse [27] geben.

Überprüfte Funktionen: Adreßweichensteuerung, Startwertaddierer und Lesezähler.

Voraussetzung: Signaturen nach Tab. 7-23 fehlerfrei!

Start: IC 73.1, negative Flanke 

Stop: IC 73.1, positive Flanke 

Clock: IC 50.14, negative Flanke 

Rahmensignatur: 826P

Testpunkt	Signatur	Testpunkt	Signatur
IC 50.7	2A64	IC 53.7	68HC
IC 50.9	300F	IC 53.9	6A5F
IC 51.7	U003	IC 54.7	9629
IC 51.9	F333	IC 54.9	1HF4
IC 52.7	HF1U	IC 55.7	A064
IC 52.9	PPC6	IC 55.9	L-Pegel


Bild 7-24 Leseadressenerzeugung komplett

Bei fehlerhaften Signaturen Suche mit Bild 7-25 fortsetzen.

Geräteeinstellung: Wie bei Bild 7-24

Überprüfte Funktion: Lesezähler, Startwertaddierer

Voraussetzung: Signaturen nach Bild 7-23 richtig

Start: IC 73.1, negative Flanke 

Stop: IC 73.1, positive Flanke 

Clock: IC 50.14, negative Flanke 

Rahmensignatur: 826P

Testpunkt	Signatur	Testpunkt	Signatur
IC 67.10	2A64	IC 68.12	68HC
IC 67.11	300F	IC 68.13	6A5F
IC 67.12	U003	IC 69.10	9629
IC 67.13	F333	IC 69.11	1HF4
IC 68.10	HF1U	IC 69.12	A064
IC 68.11	PPC6	IC 69.13	8P91


Bild 7-25 Startwertaddierer, Eingang B


Bei fehlerhaften Signaturen Suche mit Bild 7-26 fortsetzen.


Geräteeinstellung: Wie bei Bild 7-24

Oberprüfte Funktion: Lesezähler

Voraussetzung: Signaturen nach Bild 7-23 richtig

Start: IC 73.1, negative Flanke 

Stop: IC 73.1, positive Flanke 

Clock: IC 50.14, negative Flanke 

Rahmensignatur: 826P


Testpunkt	Signatur	Testpunkt	Signatur
IC 73.6	A80A	IC 74.14	346H
IC 73.11	9806	IC 74.2	C52P
IC 73.14	7801	IC 75.6	FC14
IC 73.2	6199	IC 75.11	OPP2
IC 74.6	6P0U	IC 75.14	5032
IC 74.11	775C	IC 75.2	7A70

Bild 7-26 Lesezähler


Geräteeinstellung: Wie bei Bild 7-24

zusätzlich: IC 81.13 an +5 V legen

Oberprüfte Funktion: Adreßweiche, Schreibzähler, Aufnahmesteuerung

Start: TP 1, positive Flanke 

Stop: TP 1, negative Flanke 

Clock: IC 50.14, positive Flanke 

Rahmensignatur: 826P

Testpunkt	Signatur	Testpunkt	Signatur
IC 50.7	2A1F	IC 53.7	C25F
IC 50.9	A206	IC 53.9	5H21
IC 51.7	C133	IC 54.7	19H6
IC 51.9	8P3U	IC 54.9	HP66
IC 52.7	3319	IC 55.7	7A70
IC 52.9	7C47	IC 55.9	L-Pegel

Bild 7-27 Schreibadressenerzeugung komplett

Bei falschen Signaturen Suche mit Bild 7-28 fortsetzen.

Geräteeinstellung: Wie bei Bild 7-24

Überprüfte Funktion: Schreibzähler, Aufnahmesteuerung

Die Rahmensignatur allein genügt zur Überprüfung der Aufnahmesteuerung.

Start: TP 1, positive Flanke 

Stop: TP 1, negative Flanke 

Clock: IC 50.14, positive Flanke 

Rahmensignatur: 826P

Testpunkt	Signatur
-----------	----------

IC 61.14	2A1F
----------	------

IC 61.13	A206
----------	------

IC 61.12	C133
----------	------

IC 61.11	8P3U
----------	------

IC 62.14	3319
----------	------

IC 62.13	7C47
----------	------

Testpunkt	Signatur
-----------	----------

IC 62.12	C25F
----------	------

IC 62.11	5H21
----------	------

IC 63.14	19H6
----------	------

IC 63.13	HP66
----------	------

IC 63.12	7A70
----------	------

IC 63.11	0000
----------	------


Bild 7-28 Schreibzähler

Geräteeinstellung: Mode Roll (START); Playback A&B, sonst wie bei Bild 7-27

Überprüfte Funktion: Startwertspeicher

Voraussetzung: Signaturen nach Bild 7-28 richtig

Start: IC 63.11, positive Flanke 

Stop: IC 63.11, negative Flanke 

Clock: IC 50.14, positive Flanke 

Rahmensignatur: 826P

Testpunkt	Signatur
-----------	----------

IC 58.21	2A1F
----------	------

IC 58.23	A206
----------	------

IC 58.19	C133
----------	------

IC 58.17	8P3U
----------	------

IC 59.23	3319
----------	------

IC 59.17	7C47
----------	------

Testpunkt	Signatur
-----------	----------

IC 59.19	C25F
----------	------

IC 59.21	5H21
----------	------

IC 60.19	19H6
----------	------

IC 60.23	HP66
----------	------

IC 60.21	7A70
----------	------


Bild 7-29 Startwertspeicher

Geräteeinstellung: Wie bei Bild 7-29

Oberprüfte Funktion: Startwertaddierer, Eingang A

Voraussetzung: Signaturen nach 7-29; richtig; Lesezähler ist dauernd auf Startwert 0 gesetzt

Start: IC 63.11, positive Flanke 

Stop: IC 63.11, negative Flanke 

Clock: IC 50.14, positive Flanke 

Rahmensignatur: 826P

Testpunkt	Signatur	Testpunkt	Signatur
IC 67.10	A872	IC 68.12	F970
IC 67.11	881A	IC 68.13	7485
IC 67.12	F4FH	IC 69.10	675C
IC 67.13	38UF	IC 69.11	799C
IC 68.10	FF66	IC 69.12	P9F0
IC 68.11	PH1U	IC 69.13	0003

Bild 7-30 Startwertaddierer, Eingang A

Fehlersuche im Datenbereich:

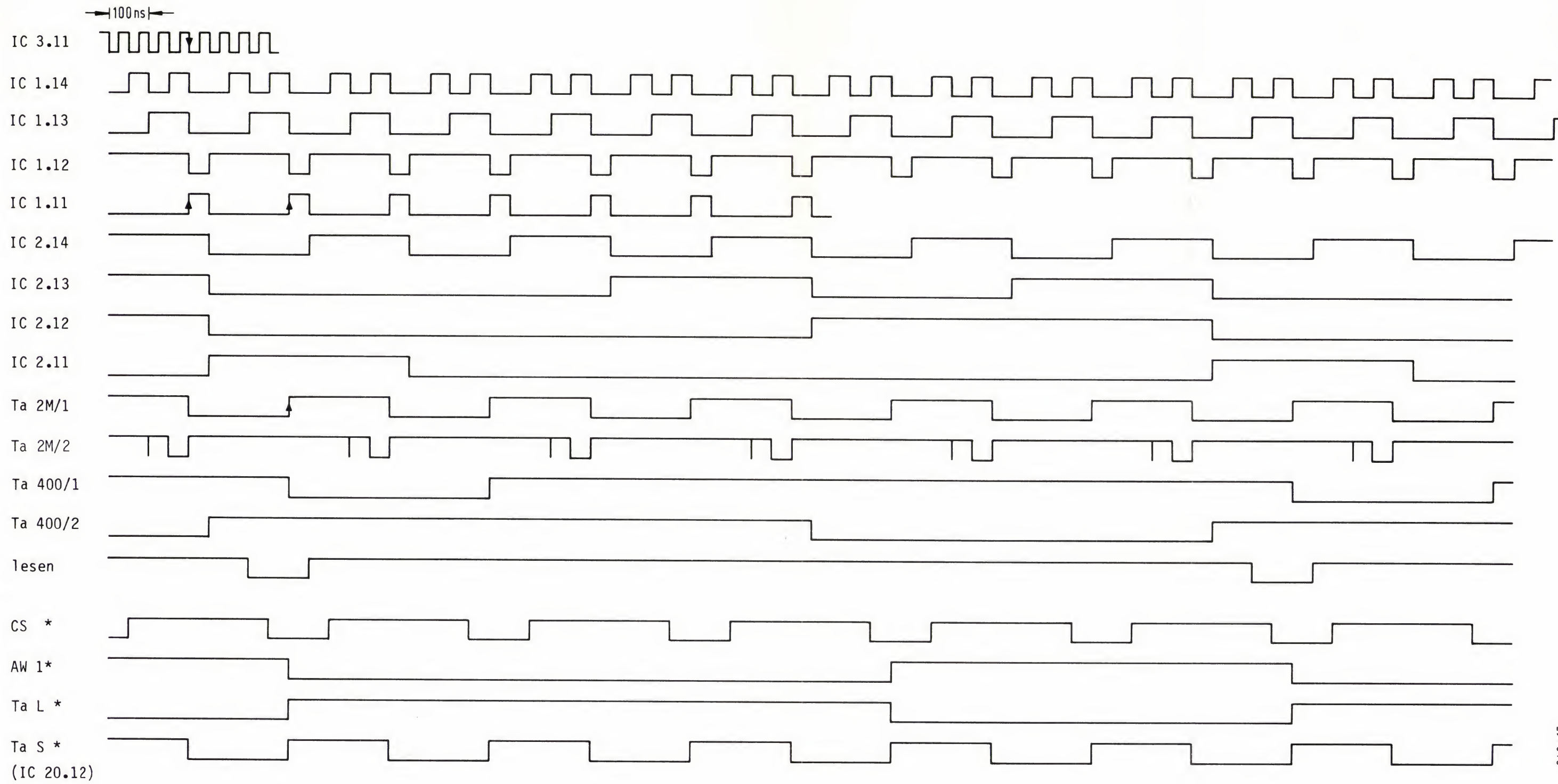
Für die Fehlersuche im Datenbereich (Datenweichen, Digitalkomparatoren, Speicher usw.) scheidet die Signaturanalyse aus. Da die Datensignale von A/D-Wandlern erzeugt werden, lassen sich keine eindeutigen reproduzierbaren Referenzbedingungen schaffen. Fehler im Datenbereich beeinflussen allerdings nicht den Aufnahmeablauf, so daß in der Regel aus der Bildschirmdarstellung auf den Fehler geschlossen werden kann. Geeignete analoge Testsignale für die Fehlersuche sind eine von Hand stetig veränderbare Gleichspannung oder ein Dreiecksignal, das in Amplitude und Frequenz so gewählt wird, daß gerade eine halbe Periode in das Bild paßt.

7.6.5 TAKTERZEUGUNG (5)

Die für die Fehlersuche notwendige Information zum Schaltungsteil "Takterzeugung" folgt in Form von Impulsplänen mit zusätzlichen Hinweisen.

Übersicht:

- Impulsplan I: Übersicht über alle wichtigen Ausgänge der Takterzeugung, einschließlich einiger Takte innerhalb der Schaltung bei einer bestimmten Geräteeinstellung. (Bild 7-31)
- Impulsplan II: Tastverhältnis und Phasenlage des Taktes TaS in Abhängigkeit von der Geräteeinstellung. (Bild 7-32)
- Impulsplan III: Phasenbeziehung zwischen WE und TaS
Tastverhältnis des Taktes TaL in Abhängigkeit von der Geräteeinstellung. (Bild 7-33)
- Impulsplan IV: Steuersignale AW1 und AW2 in Abhängigkeit von der Betriebsart. (Bild 7-34)
- Impulsplan V: Einsynchronisierung des externen Taktes. (Bild 7-35)

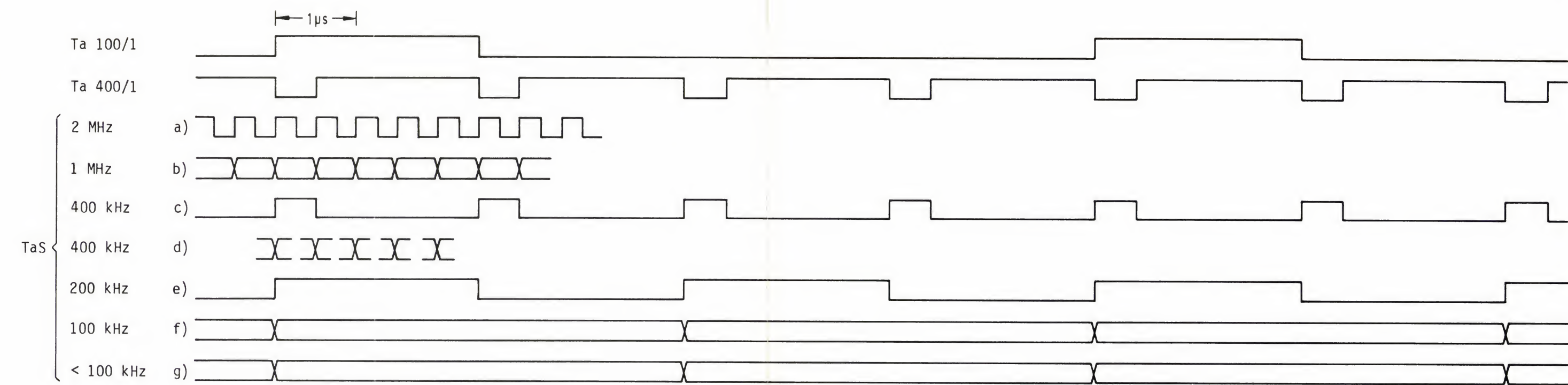


Die durch * gekennzeichneten Takte sind von den Eingangssignalen der Takterzeugung abhängig. Sie ergeben sich in dieser Form bei folgender Einstellung:

STa ein	Ex ein	AvsB2 (AvsB2/2)	Löschen (Löschen/2)	LzLoad	TB0 (TB0/2)	TB1 (TB1/2)	TB2 (TB2/2)	TB3 (TB3/3)	TB4 (TB4/4)	DE1 DE2 DE3
L	L	L	H	L	H	L	H	L	H	L H H

Dies entspricht dieser
Geräteeinstellung:
Mode: Roll STOP
Timebase: 0,1 ms
X-Magnifier: x1

Bild 7-31 Impulsplan I



a) -g) beschreiben die Lage des Taktes TaS (IC 20.12) bezüglich Ta 400/1 und Ta 100/1, abhängig von der jeweiligen Geräteeinstellung.

	T	B	0	1	2	3	4
a)	0,1 ms		H	L	H	H	H
b)	0,2 ms		H	L	H	L	H
d)	0,5 ms		H	L	H	H	L
e)	1 ms		L	L	H	H	H
f)	2 ms		L	L	H	L	H

c) Einstellung AvsB oder Löschen bzw. Löschen/2 = L (kurzzeitig beim Drücken der Taste ARM oder START/STOP)

b, d, f, g) Bei den Einstellungen 0,2 ms, 0,5 ms und ≥ 2 ms ergeben sich je nach Einschaltzeitpunkt unterschiedliche Phasenlagen bezüglich der übrigen Takte. Dargestellt sind die möglichen Lagen der Taktflanke. Unabhängig von der Impulsbreite sind die möglichen Tastverhältnisse des Taktes TaS dargestellt.

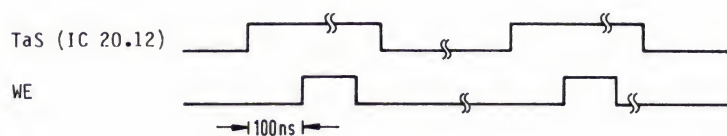
Einstellung	Takt/TaS
0,1/0,2/1/2/20 ms 0,2/2/10/20 s	
0,5/5/50 ms 0,5/5/50 s	
10 ms/0,1/1 s AvsB, löschen	

Bild 7-32 Impulsplan II

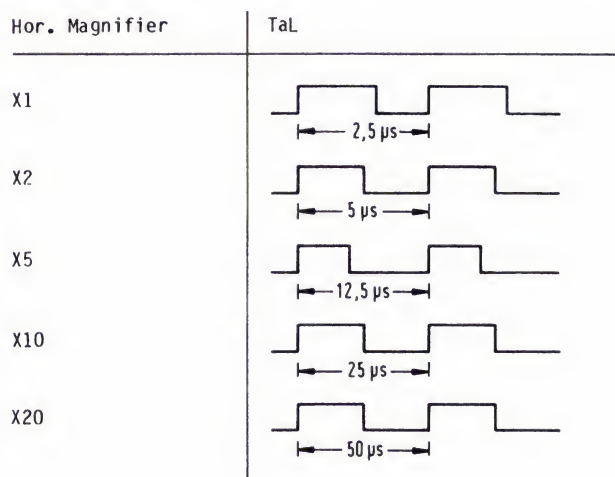
Lage des Taktes WE zum Takt TaS, unabhängig von der Taktfrequenz

Einstellung: Taste [4] Start

Hinweis: Bei STa ein = L oder Ex ein = H liegt WE auf L!



Tastverhältnis des Taktes TaL je nach Dehnungseinstellung



940 : 19

Hinweis: Das Signal Lz Load bewirkt in der Taktaufbereitung eine Phasensynchronisierung des betreffenden Frequenzteilers mit dem X-Zähler. Hierdurch entstehen bei TaL und Dehnungsfaktoren X5, X10 und X20 Phasensprünge in Abständen von 15 ms!

Bild 7-33 Impulsplan III

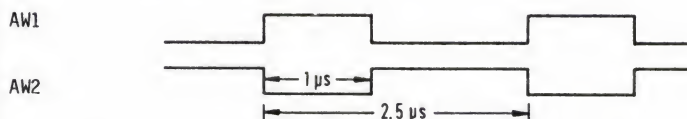
Steuersignale AW1 und AW2 in Abhängigkeit von der jeweiligen Betriebsart

a) Digital auslesen: +5 V an Ex_{ein} (IC 11.1)

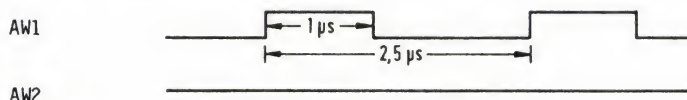
Einstellung beliebig

AW1 und AW2 liegen statisch auf H-Pegel

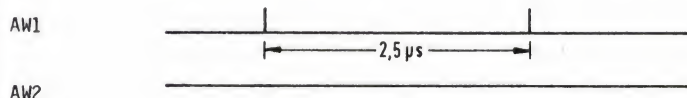
b) $A \rightarrow B$ - Betrieb; REC.



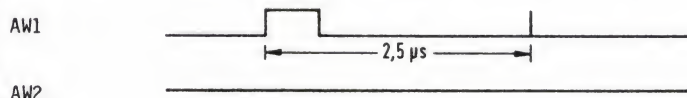
c) Sonstige Einstellung; keine Aufzeichnung (STa ein = L); d.h. Taste [4] = STOP oder Aufzeichnung mit internem Takt bei Taktraten ≤ 400 kHz



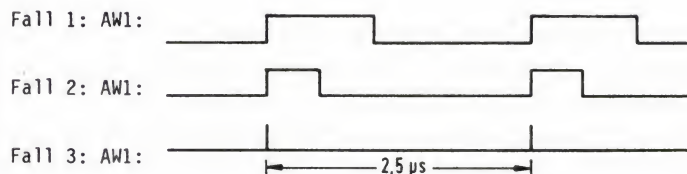
d) STa ein = H; d.h. Taste [4] = START und Taktrate 2 MHz (Zeitbasis 0,1 ms/Div.)



e) STa ein = H; d.h. Taste [4] = START und Taktrate 1 MHz (Zeitbasis 0,2 ms/Div.)



f) STa ein = H; d.h. Taste [4] = START und Taktrate 400 kHz (Zeitbasis = 0,5 ms/Div.); je nach Einschaltmoment sind 3 Fälle möglich:



AW 2: L-Pegel

g) STa ein = H; d.h. Taste [4] = START und externes Taktsignal über Buchse (42) zuführen (Frequenz beliebig, TTL Pegel = 5 V); Einstellung beliebig. Je nach Phasenlage des externen Taktes zu den internen Takten ergeben sich die Impulsformen nach f).

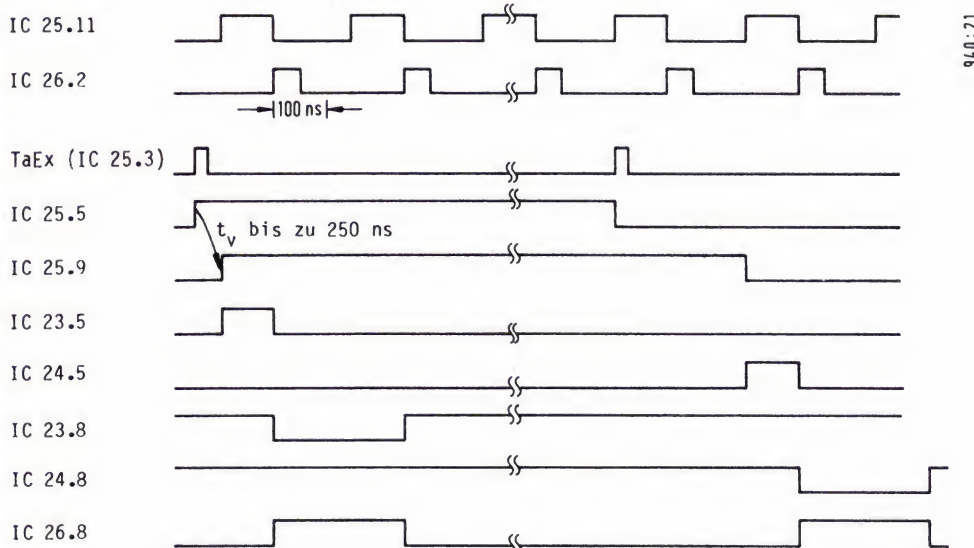
Bei Frequenzen $\ll 400$ kHz überwiegt Fall 1, und die verkürzten Impulse nach Fall 2 und 3 treten nur in größeren Zeitabständen auf. Bei hohen Frequenzen > 1 MHz überwiegt Fall 3.

Bild 7-34 Impulsplan IV

Überprüfung der Synchronisierung mit externem Takt

Externen Takt über Buchse [42] mit TTL-Pegel zuführen (z.B. 500 kHz)

Einstellung beliebig



Hinweis: Liegt die Frequenz von TaEx höher als 2,048 MHz, so werden nicht mehr alle Impulse ausgewertet. Das Tastverhältnis von TaEx ist bis auf eine Mindestimpulsbreite von 20 ns beliebig. Die Lage der Signale TaEx und IC 25.5 zu den Signalen IC 25.11 und IC 26.2 ist beliebig. Unter Berücksichtigung der Verzögerungszeiten (40-100 ns) müssen die pos. Flanken der Signale an IC 25.9 und IC 23.5 den pos. Flanken des Signals an IC 25.11 folgen. Ebenso müssen die neg. Flanken von IC 23.5, die neg. und pos. Flanken von IC 23.8 und die neg. und pos. Flanken von IC 26.8 den pos. Flanken des Signals IC 26.2 folgen.

Bild 7-35 Impulsplan V

Dem Ausgangsteil folgt eine Übersicht über die Ansteuerung der Ausgangssignalweiche IC 48:

Mit Hilfe des Multiplexers IC 48 wird der Ausgang Bu [28] an verschiedene Spannungen bzw. Signalquellen gelegt. Dies ist erforderlich, um bei Bedarf das Bild auf dem Sichtgerät auszublenden, um die Triggermarke zu erzwingen oder um das Meßsignal über unterschiedliche Tiefpässe zu glätten.

Priüfmethode: 2-Kanal-Oszilloskop als Sichtgerät an Bu [28] und Bu [30] gemäß Bedienungsanleitung, Kap. 3.5, anschließen.

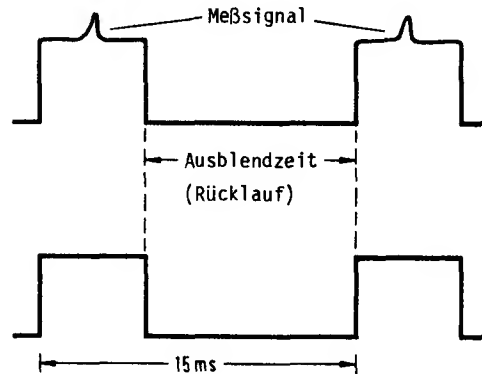
Abweichend hiervon ist die Zeitablenkung des Oszilloskops auf 2 ms/Div. einzustellen. Um den 2. Kanal des Oszilloskops zum Überprüfen der Schaltung benutzen zu können, wird die Betriebsart "Chopped" benutzt.

Die folgende Aufstellung zeigt, welche Potentiale bzw. Signale an den Eingängen A, B, C des Multiplexers liegen.

Eingang	Pegel bzw. Signal
C	L, falls X-Magnifier in Stellung x10 oder x20, sonst H;
B	geht für die Dauer der Triggermarke auf H, falls die Taste "TRIGG. POS" (23) gedrückt ist und die Triggermarke sichtbar ist (abhängig von Pot. [6] bzw. [25] und Schalter [26];
A	liegt auf H, wenn die Meßkurve dargestellt wird, und auf L, wenn das Bild ausgeblendet werden soll; bei Triggermarkendarstellung ist der Pegel beliebig;

Beispiel 1

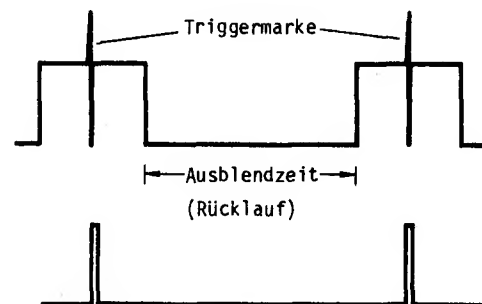
Y-Ausgang



A (IC 48.11)

Beispiel 2

(TRIGG. POS. ein)



B (IC 48.10)

Bild 7-36 Übersicht über Ansteuerung von C 48

Es gibt mehrere Ursachen für eine Ausblendung des Ausgangssignals. Die verschiedenen Steuersignale werden durch IC 45 verknüpft. Ihre Bedeutung ist in Bild 7-37 erklärt.

Signal	Funktion
IC 45, Pkt. 2	Bei Benutzung der X-Verschiebung kommt es vor, daß das Speicherende erreicht wird, bevor der Rücklauf beginnt. Ein Teil des Bildschirms muß also dunkel werden, was durch das Signal SpE gesteuert wird.
IC 45, Pkt. 3	Rücklaufausblendung
IC 45, Pkt. 4	Bildausblendung bei Speicherabfrage über die Buchse "Digital".
IC 45, Pkt. 5	Bei hohen Frequenzen des Aufnahmetaktes (Einstellung 0,1 ms, 0,2 ms und je nach Einschaltmoment, 0,5 ms) bleibt zwischen den Schreibtakten keine Zeit für einen Lesezyklus. In diesem Fall muß das Bild ausgeblendet werden. Dies gilt ebenfalls, wenn der externe Takt zu ungünstigen Zeitpunkten bezüglich des Lesetakts kommt. Eine notwendige Ausblendung wird von IC 50/1 erkannt, welches abfragt, ob das Signal AW1 (Adressenweichensteuerung) zu einem bestimmten Zeitpunkt auf L-Pegel liegt. IC 53/1-4 verzögert die Wiedereinblendung in Abhängigkeit von der Frequenz des Lesetakts TaL. IC 51/3 verhindert die Ausblendung bei eingeschalteter Sichtfunktion (WS3 = H).
IC 45, Pkt. 11	
IC 45, Pkt. 12	Die Datenwörter 1 1 1 1 1 1 1 1 und 0 0 0 0 0 0 0 0 werden als Obersteuerung gewertet und somit ausgeblendet. Dies gilt nicht, wenn eine Eichfunktion eingeschaltet ist.
IC 45, Pkt. 11	Sonderfall: Das Datenwort 0 0 0 0 0 0 0 0 muß auch in der Wiedergabeart "Trig. Pos." eine Ausblendung bewirken. Beim Einzelbetrieb des Gerätes ist der Wertebereich des Triggerpegels eingeschränkt auf 0 0 0 0 0 0 1 bis 1 1 1 1 1 1 0. Nur im Master/Slave-Betrieb wird der Triggerpegel am Slave-Gerät auf 0 0 0 0 0 0 0 0 gesetzt und muß ausgeblendet werden.

Bild 7-37 Steuersignalverknüpfungen (IC 45)

7.6.6 SCHREIBER UND DATENRETTUNG (6)

Neben einer tabellarischen Darstellung des Wiedergabeablaufs folgen Wahrheitstabellen für die Dekoder IC 30 und IC 31, sowie einige Hinweise zu Sonderfunktionen.

Playback	Ansteuerung			Ausgang				
	WS1	WS2	WS3	Q2	Q3	Q4	Q6	Q7
Mem A	H	L	L	L	L	L	L	L
Mem B	L	H	L	H	L	L	L	L
A&B	H	H	L	L	H	L	L	L
Mem A-B	L	L	L	L	L	L	L	L
Trig. Pos.	H	H	H	L	L	L	L	H
Min.	L	L	H	L	L	H	L	L
Max.	L	H	H	L	L	L	H	L

Bild 7-38 Dekoder IC 31

Zur folgenden Überprüfung des Wiedergabeablaufs ist es erforderlich, daß in Speicher A und in Speicher B Signale gespeichert sind. Die folgende Tabelle zeigt den Ablauf bei der Einstellung Playback: A&B [[23] "ein"]. Beide Kurven werden auf dem Sichtgerät alternierend dargestellt, der Schreiber zeichnet mit einem Tastendruck [27] zuerst Kurve A danach Kurve B auf.

Funktion	Schreiberposition		Pen-Lift (H $\hat{=}$ Schreibstift) abgesenkt)	Weiche (IC 1-IC 5)			Zählerstand (Bitnummer)			
	X	Y		Eing. 1 PIN 5 o. PIN 14	A	B	12	8	4	0
1) Warteposition	0	0	L	L	H	L	H	L	L	L
2) Zähler wird durch Tastendruck [27] gesetzt und beim Loslassen der Taste freigegeben. Die weiteren Funktionen laufen automatisch ab.	0	Signalwert	L	L	H	L	H	L	L	L
3) Zähler wird gesetzt			L	L	H	L	H	L	L	L
4) Beginn des Schreibvorgangs, Speicher A wird geschrieben	Zählerstand	Signalwert	H	L	L	L	H	H	L	L
5) Ende des Schreibvorgangs	Zählerstand	Signalwert	H	L	L	L	H	H	H	H
6) Schreibstift hebt in Endposition ab	Maximum	Signalwert	L	H	H	L	L	L	L	L
7) Schreibstift läuft nach rechts unten	Maximum	0	L	H	H	L	L	L	L	L
8) Schreibstift läuft nach links unten	0	0	L	L	H	L	L	L	L	L
9) Schreibstift läuft in Startposition für Kurve B	0	Signalwert	L	L	H	L	L	L	L	L
10) Zähler wird gesetzt	0	Signalwert	L	L	H	L	L	L	L	L
11) Beginn des Schreibvorgangs, Speicher B wird geschrieben	Zählerstand	Signalwert	H	L	L	L	L	H	L	L
12) Ende des Schreibvorgangs	Zählerstand	Signalwert	H	L	L	L	L	H	H	H
13) Schreibstift hebt in Endposition ab	Maximum	Signalwert	L	H	H	L	H	L	L	L
14) Schreibstift läuft nach rechts unten	Maximum	0	L	H	H	L	H	L	L	L
15) Schreibstift läuft nach links unten; Ende	0	0	L	L	H	L	H	L	L	L

Bild 7-39 Wiedergabeablauf/Schreiber

Ablaufposition nach Bild 7-39	Zählerstand (IC 24 und 25)					Ausgang (IC 30)			
	bit	6	7	8	11	Q0	Q1	Q2	Q4
6) 13)		L	L	L	L	H	L	L	L
7) 14)		H	L	L	L	L	H	L	L
1) 8) 15)		L	H	L	L	L	L	H	L
3) 10)		L	L	H	L	L	L	L	H
2) 9)		H	H	L	L	L	L	L	L
keine spez. Position	{	H	L	H	L	L	L	L	L
		L	H	H	L	L	L	L	L
		H	H	H	L	L	L	L	L
4) 5) 11) 12)		X	X	X	H	L	L	L	L

Bild 7-40 Dekoder IC 30

Ablaufposition nach Bild 7-39	IC 20/1 Pkt. 13	IC 20/2 Pkt. 1	IC 36/1 Pkt. 2	Anmerkungen
1)	X	L	X	X: Von der Vorgeschichte abhängig
2)	H	L	L	
3) 10)	L	H	L	
4) 5) 6) 7) 8) 9)	L	L	L	Wird die Taste [27] während dieses Zeitraums gedrückt, so kippt IC 36/1, und der Zähler wird in den Zustand entsprechend Pos. 1) gesetzt.
11) 12) 13) 14)				
15)				

Bild 7-41 Stellung der Flip-Flops IC 20/1, IC 20/2 und IC 36/1

Sonderfunktionen: Beim Einschalten des Gerätes wird die Schaltung auf den Zustand gemäß Pos. 1) nach Bild 7-39 gesetzt, wenn das Datenrettungssignal PD von L- auf H-Pegel übergeht. Bis zu diesem Zeitpunkt bleibt die Pen-Lift-Funktion über T 2 verriegelt, um ein unbeabsichtigtes Einschalten des Schreibers zu verhindern.

7.7 ABGLEICHANWEISUNGEN

7.7.1 ÜBERSICHT

Trimmer	Abgleich	Abschnitt
(1) P 501	+5 V-Betriebsspannung	7.7.2
(1) P 1201	+12 V-Betriebsspannung	7.7.2
(1) P 1202	-12 V-Betriebsspannung	7.7.2
	Teilungsverhältnis bei hohen Frequenzen	
(3) C 3	Teiler 1:10, Kanal A	7.7.3
(3) C 4	Teiler 1:100, Kanal A	7.7.3
(3) C 5	Teiler 1:10, Kanal B	7.7.3
(3) C 6	Teiler 1:100, Kanal B	7.7.3
	Eingangskapazität	
(3) C 7	Teiler 1:10, Kanal A	7.7.4
(3) C 8	Teiler 1:100, Kanal A	7.7.4
(3) C 9	Teiler 1:10, Kanal B	7.7.4
(3) C 10	Teiler 1:100, Kanal B	7.7.4
(3) P 1	Wechselspannungsverstärkung, Kanal A	7.7.5
(3) P 2	Wechselspannungsverstärkung, Kanal B	7.7.5
(3) P 3	Gesamtverstärkung, Kanal A	7.7.7
(3) P 4	Gesamtverstärkung, Kanal B	7.7.7
(3) P 5	Referenzspannung	7.7.6
(3) P 6	Offsetspannung, Kanal A	7.7.8
(3) P 7	Offsetspannung, Kanal B	7.7.8

Bild 7-42 Liste aller Abgleichelemente

Abgleicharbeiten nach dem Tausch von Baugruppen fallen nicht an, falls die getauschte Baugruppe selbst abgeglichen ist. Nur bei Reparaturen am Netzteil oder an der Analogschaltung können Abgleicharbeiten notwendig werden.

7.7.2 NETZTEILABGLEICH (1 P 501, 1 P 1201, 1 P 1202)

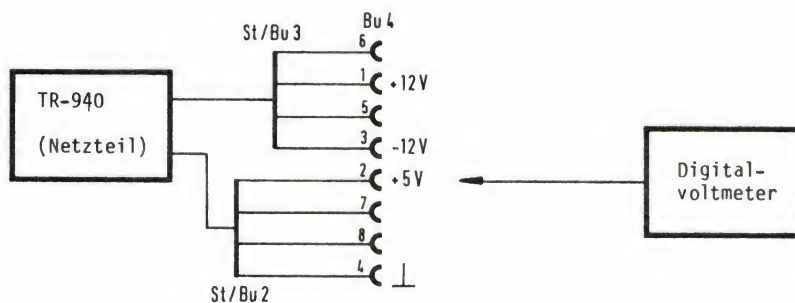


Bild 7-43 Meßanordnung für Netzteilabgleich

Bu 4 von (5) St 1 abziehen.

Digitalvoltmeter an Bu 4, Pkt. 2 und Pkt. 4 anschließen.

(1) P 501 so einstellen, daß die Anzeige am Digitalvoltmeter im Bereich 4,99 V bis 5,01 V liegt.

Digitalvoltmeter an Bu 4, Pkt. 1 und Pkt. 5 anschließen.

(1) P 1201 so einstellen, daß die Anzeige am Digitalvoltmeter im Bereich 11,97 V bis 12,03 V liegt.

Digitalvoltmeter an Bu 4, Pkt. 3 und Pkt. 5 anschließen.

(1) P 1202 so einstellen, daß die Anzeige am Digitalvoltmeter im Bereich -11,97 V bis -12,03 V liegt.

7.7.3 TEILUNGSVERHÄLTNISS BEI HOHEN FREQUENZEN ((3) C 3, (3) C 4, (3) C 5, (3) C 6)

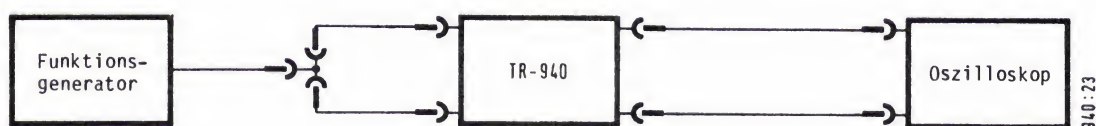


Bild 7-44 Messung des Teilungsverhältnisses bei hohen Frequenzen

Einstellung der Geräte:

FG Signalform Rechteck; Frequenz 5 kHz; Ausgangsspannung $0,6 V_{SS}$.

Oszilloskop Eingang I; Eingangskopplung DC; Empfindlichkeit 0,5 V/Div.; Trigger extern; pos; Flanke; horizontal 0,5 ms/Div.

TR-940 Empfindlichkeit 0,1 V/Div.; Eingangskopplung DC; Timebase 0,1 ms; X-Magnifier x5; X-Offset Rechtsanschlag; Triggerquelle A; pos. Flanke; Triggerpegel in Mittelstellung; Record Enable A; Mode Update (ON); Position-Regler in beiden Kanälen so einstellen, daß alle Lampen der Obersteuerungsanzeige erloschen sind.

Triggerpegel am Oszilloskop so einstellen, daß ein stehendes Bild entsteht. Taste "Min." am TR-940 drücken und mittels Vertikalverschiebung am Oszilloskop den Strahl an den unteren Bildrand schieben.

Abgleich:

Einstellungen gemäß Tabelle vornehmen und auf optimales Einschwingverhalten abgleichen.

Record Enable	Playback	Eingangsteiler	Signalgröße	Abgleichelement
A	A	0,1 V/Div.	$0,6 V_{SS}$	(3) C 3
B	B	0,1 V/Div.	$0,6 V_{SS}$	(3) C 5
A	A	1 V/Div.	$6 V_{SS}$	(3) C 4
B	B	1 V/Div.	$6 V_{SS}$	(3) C 6

Bild 7-45 Abgleichstabelle zur Messung des Teilungsverhältnisses bei hohen Frequenzen

7.7.4 EINGANGSKAPAZITÄT ((3) C 7, (3) C 8, (3) C 9, (3) C 10)

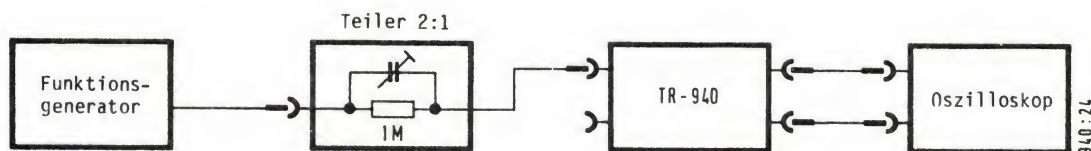


Bild 7-46 Messung der Eingangskapazität

Einstellung der Geräte:

FG Wie in Kap. 7.7.3

Oszilloskop Wie in Kap. 7.7.3

TR-940 Empfindlichkeit 0,05 V/Div. Hor. Magnifier x1; sonstige Einstellungen wie in Kap. 7.7.3

Abgleich:

Einstellungen gemäß Tabelle in der angegebenen Reihenfolge vornehmen und auf optimale Einschwingverhalten abgleichen. Für die Abgleicharbeiten an Kanal B, Teiler 2:1 auf Eingang B umstecken und Triggerquelle B einschalten!

Hinweis: Die Einstellung der Eingangskapazität soll erst durchgeführt werden, wenn die Abgleiche nach Kap. 7.7.3 und 7.7.5 bereits erfolgt sind!

Record Input	Playback	Sensitivity	Signalgröße	Abgleichelement
A	A	0,05 V/Div.	0,6 V _{SS}	Teiler 2:1
A	A	0,1 V/Div.	1,2 V _{SS}	(3) C 7
A	A	1 V/Div.	12 V _{SS}	(3) C 8
B	B	0,05 V/Div.	0,6 V _{SS}	Teiler 2:1
B	B	0,1 V/Div.	1,2 V _{SS}	(3) C 9
B	B	1 V/Div.	12 V _{SS}	(3) C 10

Bild 7-47 Abgleichtabelle zur Messung der Eingangskapazität

7.7.5 WECHSELSPANNUNGSVERSTÄRKUNG ((3) P 1, (3) P 2)

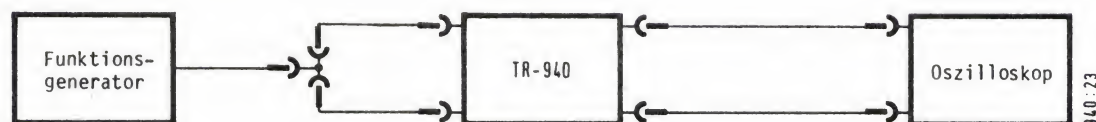


Bild 7-48 Meßanordnung der Wechselspannungsverstärkung

Einstellung der Geräte:

FG Signalform Rechteck; Frequenz 200 Hz; Ausgangsspannung $0,06 V_{SS}$

Oszilloskop Wie in Kap. 7.7.3

TR-940 Eingangsteiler 0,01 V/Div.; Eingangskopplung DC; Timebase 1 ms; X-Magnifier x1; X-Offset Rechtsanschlag; Triggerquelle A; pos. Flanke; Triggerpegel in Mittelstellung; Record Enable A; Playback A; Record Mode Update (ON).
Position-Regler in beiden Kanälen so einstellen, daß alle Lampen der Übersteueranzeige erloschen sind.

Abgleich:

Mit (3) P 1 auf minimale Dachschräge des Signals abgleichen

Mit (3) P 2 und Einstellung Record Enable B, Playback B den Abgleich für Kanal B durchführen.

7.7.6 REFERENZSPANNUNG ((3) P 5)

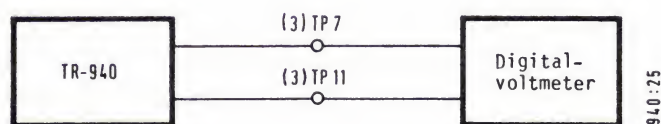


Bild 7-49 Messung der Referenzspannung

Digitalvoltmeter an (3) TP 7 und (3) TP 11 (Masse) anschließen.
Spannung mit (3) P 5 auf $5 V \pm 2 mV$ einstellen.

7.7.7 GESAMTVERSTÄRKUNG ((3), P 3, (3) P 4)

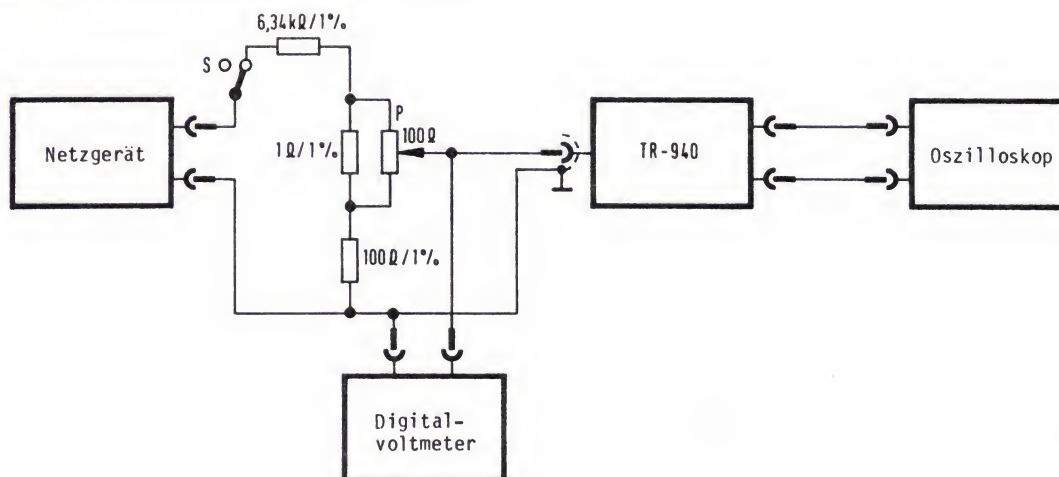


Bild 7-50 Messung der Gesamtverstärkung

Einstellung der Geräte:

- Netzgerät Spannung am Netzgerät (ca. 5,1 V) und P so einstellen, daß die Anzeige am Digitalvoltmeter zwischen 79,48 und 79,58 mV liegt.
- Oszilloskop Wie in Kap. 7.7.3
- TR-940 Eingangsteiler 0,01 V/Div.; Eingangskopplung DC; Timebase 1 ms; Mode Roll (START); Record Enable A; Playback A; X-Offset Rechtsanschlag; X-Magnifier x1.

Abgleich:

Schalter S ausschalten. Position-Regler A am TR-940 so einstellen, daß die untere Übersteuerungsanzeige aufleuchtet, aber auf dem Oszilloskop noch eine waagrechte Linie am unteren Bildrand zu sehen ist. Schalter S einschalten und (3) P 3 so einstellen, daß die obere Übersteuerungsanzeige aufleuchtet, aber der Strahl noch am oberen Bildrand sichtbar ist.

Abgleich für Kanal B mit (3) P 4 in der Einstellung Record Enable B, Playback B durchführen.

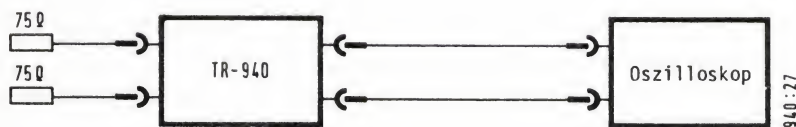
7.7.8 OFFSETSPANNUNG ((3) P 6, (3) P 7)

Bild 7-51 Messung der Offsetspannung

Einstellung der Geräte:

- Oszilloskop Wie in Kap. 7.7.3
- TR-940 Eingangsteiler 0,05 V/Div.; Eingangskopplung DC; Timebase 1 ms; X-Magnifier x1; X-Offset Rechstanschlag; Record Enable A; Playback Mem A; Position Mittelstellung; Record Mode Roll (START).

(3) P 6 so einstellen, daß beim Umschalten des Eingangsteilers A von 0,05 V/Div. auf 0,1 V/Div. kein Spannungssprung auf dem Oszilloskop sichtbar ist.

Abgleich für Kanal B mit (3) P 7 in der Einstellung Record Enable B, Playback Mem B durchführen.

8 NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

8.1 EINLEITUNG

Im folgenden werden Verfahren beschrieben, die es erlauben, die wichtigsten Kennwerte des Gerätes nachzuprüfen. Nach Möglichkeit sind handelsübliche Meßmittel vorgeschlagen.

Ist bei den technischen Daten eine Anwärmzeit vorgeschrieben, soll mit den Prüfungen erst nach Ablauf dieser Zeit begonnen werden.

Das Nachprüfen der wichtigsten Daten soll feststellen, ob die Anzeige einer Meßgröße innerhalb der garantierten Fehlergrenzen liegt. Die Nachprüfung gelingt nur ohne Einschränkung, wenn die Eigenfehler der verwendeten Meßanordnung vernachlässigbar sind.

Sonst gilt folgende Regel:

Beträgt der Fehler der verwendeten Meßanordnung $\pm m$ und wird als garantierte Fehlergrenze für den Prüfling $\pm e$ genannt, so beweist

eine Überschreitung der Grenzen $\pm (e + m)$,
daß die garantierten Fehlergrenzen
mit Sicherheit überschritten werden;

eine Unterschreitung der Grenzen $\pm (e - m)$,
daß die garantierten Fehlergrenzen
mit Sicherheit eingehalten werden.

In jeder Meßvorschrift werden die Werte für e und m genannt. Der Wert m richtet sich nach dem eingesetzten Meßgerät und muß deshalb neu bestimmt werden, wenn von der Meßvorschrift abgewichen wird.


Bei einer systematischen Überprüfung der Daten sollte in der hier angegebenen Reihenfolge vorgegangen werden. Ein Abgleich des Prüflings sollte erst durchgeführt werden, wenn eine Überschreitung der Grenze $\pm (e + m)$ festgestellt worden ist.

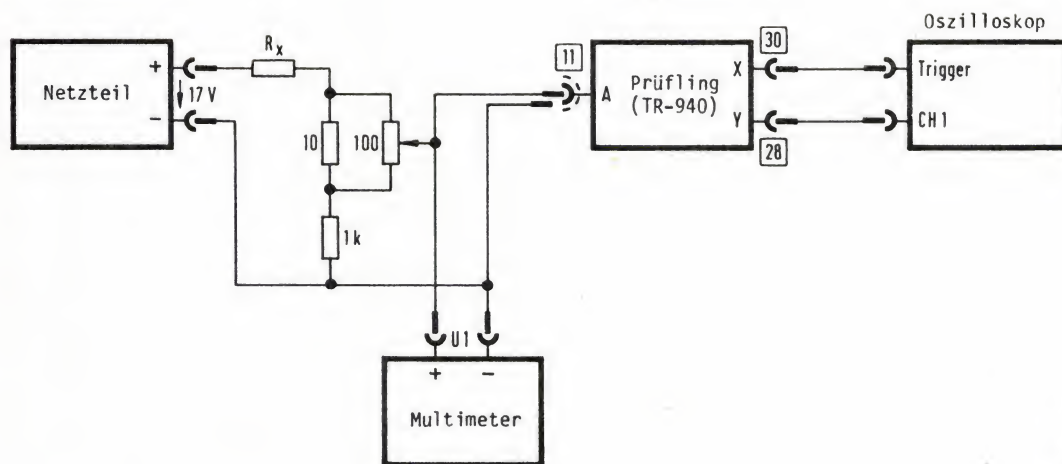
8.2 FEHLERBEITRÄGE DER VERTIKAL - WIEDERGABE NACH E I C H U N G

Benötigte Meßgeräte:

1 Netzteil	TOE 7730	Toellner
1 Multimeter	8600 A	Fluke
1 Oszilloskop	475 A	Tektronix
1 Spannungsteiler		

Einstellung der Geräte:

TR-940:	
RECORD ENABLE [1]:	A
MODE [2], [4]:	START
TIMEBASE [7]:	1 ms/DIV
INPUT A: POSITION [9]:	Linksanschlag
Empfindlichkeit [10], [12]:	1 V/DIV DC
PLAYBACK: MEM [23]:	A
X-OFFSET [25]:	Rechtsanschlag
X-MAGN. [26]:	1
Umschalter Triggerimpuls [29]:	



940 : 28

Bild 8-1 Messung der Fehlerbeiträge der Vertikal-Wiedergabe nach Eichung

Netzteil:

Ausgangsspannung: ca. 17 V

Multimeter:

FUNCTION: DCV

RANGE: 20 V

Oszilloskop:

Empfindlichkeit: 1 V/DIV DC

POSITION so einstellen, daß GND-Linie ca. 2 DIV unter der Mittellinie liegt.

Zeitablenkung: 0,5 ms/DIV

Triggerung: extern

Überprüfung der 1 V/DIV-Stellung: $R_x = 0$ am Spannungsteiler.

Eingangsspannung des TR-940 mit Netzteil-Potentiometer und mit dem Potentiometer des Spannungsteilers (für Feinabgleich) so verstellen, daß gerade die obere Spannungsgrenze erreicht wird. Dabei leuchtet gerade die obere Übersteuerungsanzeige [8] auf.

Am Oszilloskop soll sich folgendes Bild ergeben:

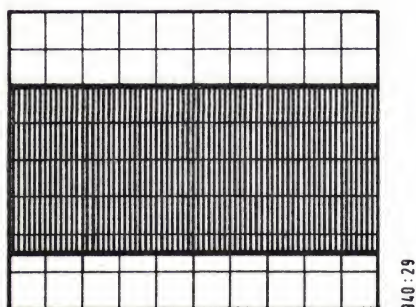


Bild 8-2 Oszilloskop bei Erreichen der oberen Spannungsgrenze

Die Spannung ist so einzustellen, daß die obere und untere Linie am Oszilloskop ungefähr gleich hell ist.

Eingangsspannung U_1 am Multimeter ablesen und notieren. Diese Spannung entspricht der Spannung der oberen Eichlinie verringert um eine halbe Digitalisierungsstufe.

Bei der unteren Spannungsgrenze ablesen und notieren. Diese Spannung entspricht der Spannung der unteren Eichlinie vergrößert um eine halbe Digitalisierungsstufe.

Der Sollwert der Spannungsdifferenz $U_1 - U_2$ berechnet sich nach folgender Formel:

$$\begin{aligned} & 8 \text{ DIV} \times 1 \text{ V/DIV} - 1 \text{ Digitalisierungsstufe} \\ & = 8 \text{ V} - 8 \text{ V} \times \frac{1}{255} = 7,9686 \text{ V} \end{aligned}$$

Somit ergibt sich ein Fehler der Vertikalwiedergabe von

$$\left(\frac{U_1 - U_2}{7,968 \text{ V}} - 1 \right) \times 100 \%$$

Überprüfung der 0,01 ... 0,5 V/DIV-Stellung:

Die Überprüfung erfolgt in der gleichen Weise. Abweichungen sind der folgenden Tabelle entnehmbar:

Empfindlichkeit TR-940 [10]	Spannungs- teiler $R_x/k\Omega$	Multimeter RANGE	Fehler der Vertikalwiedergabe	Ausgangsspg. d. Netzteils	
				untere Spannungsgrenze	obere Spannungsgrenze
0,5 V/DIV	0	20 V	$\left(\frac{U_1 - U_2}{3,9843 \text{ V}} - 1\right) \cdot 100 \%$	4 V	8 V
0,2 V/DIV	0	20 V	$\left(\frac{U_1 - U_2}{1,5937 \text{ V}} - 1\right) \cdot 100 \%$	2 V	3 V
0,1 V/DIV	10 k	2 V	$\left(\frac{U_1 - U_2}{0,79686 \text{ V}} - 1\right) \cdot 100 \%$	9 V	17 V
0,01 V/DIV	100 k	200 mV	$\left(\frac{U_1 - U_2}{79,686 \text{ mV}} - 1\right) \cdot 100 \%$	9 V	17 V

Bild 8-3 Tabelle zur Überprüfung der Vertikalwiedergabe

Garantierte Fehlergrenze (e): $\pm 3,1 \%$

Fehler der Meßanordnung (m): $\pm 0,5 \%$

Hinweis: Die Empfindlichkeitsstellungen 5; 2; 0,05 und 0,02 V/DIV brauchen nicht zu überprüft werden, da der 2/5-Teiler bereits in der Empfindlichkeitsstellung 0,2 bzw. 0,5 V/DIV überprüft wurde.

Die Stellung 10 V/DIV kann unter Verwendung eines Hochspannungsnetzteils entsprechend überprüft werden.

Die Überprüfung des B-Kanals erfolgt in gleicher Weise.

8.3 FEHLERBEITRÄGE DER HORIZONTAL-WIEDERGABE NACH EICHUNG

Benötigte Meßgeräte:

1 Universalzähler 5316 A/hp



Bild 8-4 Messung der Fehlerbeiträge der Horizontal-Wiedergabe nach Eichung

Einstellung der Geräte:

TR-940:

PLAYBACK MEM [23]: MAX

5316 A:

Meßart:

GATE TIME:

CHANNEL A:

CHANNEL B:

TI AVG A → B

MIN

SENS MAX

┌ , DC, x1

FILTER NORM

SENS MAX

└ , DC, x1

COM A

Am Universalzähler die Dauer der Eichlinie ablesen.

Abweichung vom Sollwert ($10 \text{ DIV} \times 0,5 \text{ ms/DIV} = 5 \text{ ms}$) ermitteln.

Garantierte Fehlergrenzen (e): $\pm 1\%$

Fehler der Meßanordnung (m): $\pm 0,4\%$

Hinweis: Mit der Prüfung sind die Fehlergrenzen aller Ablenkzeiten nachgewiesen, da diese alle von einer Quarzfrequenz durch Teilung abgeleitet werden.

9 FUNKTIONS- UND SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

9.1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG DES GESAMTGERÄTES

9.1.1 ALLGEMEINE FUNKTION

Nach Durchlaufen eines Abschwächers und eines Verstärkers wird das Eingangssignal alle 500 ns abgetastet und in einem 8 bit-ADU digitalisiert. Das Digitalsignal gelangt, kanalweise getrennt, zu den 2 Speichern von jeweils 2048 x 8 bit Kapazität. Die Speicheradressen werden über eine Adreßweiche geliefert. Folgende Adreßquellen stehen zur Verfügung:

Im Normalbetrieb werden die Schreib- und Leseadressen durch Zähler erzeugt. Zur digitalen Verarbeitung des Speicherinhalts können die Leseadressen auch über einen externen Adresseneingang angelegt werden. In der Betriebsart $A \leftrightarrow B$ werden die Daten des Kanals B als Adressen benutzt.

Die Ausgangsdaten des Speichers werden über eine Weiche dem D/A-Wandler zugeführt. Zusätzlich wird die Differenz der Ausgangsdaten von Kanal A und B gebildet. Über die Datenweiche können für die Wiedergabe ausgewählt werden:

Kanal A, Kanal B oder Kanal A-Kanal B und für Eichzwecke: Triggerpegel, Minimum (0000 0000) oder Maximum (1111 1111).

Über eine Analogweiche wird das rückgewandelte Signal dem Vertikalausgang zugeführt.

Für die Schreiberwiedergabe werden die Ausgangsdaten zu geeigneten Zeitpunkten mit Hilfe eines Datenpuffers abgetastet und über eine D/A-Wandler rückgewandelt.

Das Triggersignal für die Aufnahmesteuerung wird entweder über einen externen Triggereingang mittels Analogkomparator gewonnen oder intern von den Ausgangsdaten der A/D-Wandler über Digitalkomparatoren abgeleitet.

Die Wiedergabesteuerung mit dem X-Zähler liefert die Startsignale für den Lesezähler und den Sägezahngenerator sowie ein Triggersignal für die Wiedergabe mit einem Oszilloskop.

X-Zähler und Sägezahngenerator sind außerdem Bestandteil eines vereinfachten Sägezahnumsetzers zur Digitalisierung der Einstellungen von Trigger Level-, Trigger Moment- und Horizontal Offset-Potentiometer.

Die X-Ablenkspannung für den Schreiber wird durch einen langsam laufenden Zähler mit D/A-Wandler erzeugt. Dieser Zähler dient auch zur Steuerung der übrigen Schreiberfunktionen (Pen-Lift, Rücklauf usw.).

Alle im Gerät benötigten Takte werden von einem 20,48-MHz-Quarzoszillator abgeleitet.

9.1.2 EINGABESCHALTUNG [940-A], -B], -C]

Die Eingabeschaltung besteht aus mehreren, elektrisch untereinander unabhängigen Schaltungsteilen, welche über Tasten oder Schalter die Einstellung der Gerätefunktionen ermöglichen. Dies sind die Schalter Input A, Input B, X-Magnifier, Timebase, (Trigger-) Quelle, Flanke, die Tastengruppen Record Enable, Record Mode, Play Back und die Potentiometer Position A, Position B, Trigger Level, Trigger Moment, X-Offset.

9.1.3 ANALOGKARTE [940-D], -J]

Zur groben Anpassung des Eingangspegels an den Verstärker dient ein hochohmiger, mit Relais geschalteter Teiler. Am niederohmigen Verstärkerausgang schließt sich der Abtaster an und speist den A/D-Wandler. Der Wandler arbeitet nach dem Successive Approximation-Prinzip. Am Wandlerausgang schließt sich ein Dekoder zur Erkennung der Werte 0000 0000 und 1111 1111 an, welche als Übersteuerung gewertet und an der Frontplatte mit LEDs angezeigt werden.

Diese gesamte Anordnung ist 2-kanalig ausgeführt. Für ein externes Triggersignal sind ein Verstärker und ein Komparator vorhanden.

9.1.4 SPEICHER [940-E], -K]

Die Baugruppe "Speicher" umfaßt neben dem eigentlichen Signalspeicher noch die Schaltungen zur Adreßerzeugung, die Aufnahme- und Wiedergabesteuerung, sowie verschiedene Hilfsschaltungen.

Die Eingangsdaten werden in Digitalkomparatoren mit dem Triggerpegel verglichen und liefern am Ausgang, für positive und negative Flanke getrennt, 2 Triggersignale. Über eine Weiche wird je nach gewünschter Quelle und Flanke das richtige Signal für die Aufnahmesteuerung ausgewählt.

Die Steuerung der Adreßerzeugung unterscheidet sich je nach Aufnahmeart:

a) Update (Bedienung durch Taste ON/OFF)

Schreib- und Triggerzähler stehen auf 0. Durch das Triggersignal werden beide Zähler gestartet. Gleichzeitig wird der Startwertspeicher des gerade aufzeichnenden Kanals auf 0 gesetzt und der Schreibimpuls für den Speicher freigegeben. Bei Zählerstand 2047 werden der Schreibimpuls gesperrt und beide Zähler zurückgesetzt. Außerdem wird der Triggerimpuls gesperrt und erst wieder freigegeben, wenn der gesamte Speicherinhalt mindestens einmal ausgelesen wurde. Bis zu einer Aufnahmerate von 400 kHz (0,5 ms/Div) schaltet die Adreßweiche abwechselnd zwischen Schreibadresse und "Leseadresse intern" um. Bei höheren Aufnahmeraten liegen während des Aufzeichnenvorgangs nur die Schreibadressen an und das Auslesen wird unterbrochen.

b) Roll (Bedienung durch Taste START/STOP)

Schreibzähler und Schreibimpuls für den Speicher werden durch Tastendruck gestartet und gestoppt. Die Schreibadressen laufen mit der Aufnahmerate durch und werden im 400-kHz-Takt in den Startwertspeicher übernommen, so daß hier die zuletzt benutzte Schreibadresse abgelegt ist.

c) Single Triggered (Einschalten durch Taste ARM)

Start der Aufnahme und Ablauf wie bei Roll, Stop durch das Triggerereignis: Der Triggerzähler wird auf den durch die Triggermomenteinstellung vorgegebenen Wert gesetzt und durch das Triggerereignis freigegeben. Er läuft dann bis zum Wert 4095 und stoppt die Aufnahme.

"Leseadresse intern": Der Lesezähler wird durch die Wiedergabesteuerung auf einen von der X-Offset-Einstellung vorgegebenen Wert gesetzt und dann freigegeben. Seine Ausgänge werden zur Bildung einer 11-bit-Adresse benutzt, zu welcher noch der Inhalt des Startwertspeichers addiert wird. Hierdurch entsteht der unbedingt erforderliche Bezug zwischen der zufälligen Anordnung der Daten im Speicher bei der Aufzeichnung und den Ausleseadressen.

Da im Startwertspeicher tatsächlich nicht die Startadresse sondern die Endadresse steht, erhöht der Addierer die Leseadresse noch um 1.

"Leseadresse extern": (Nur Ausführung/02):

Zur digitalen Weiterverarbeitung des Speicherinhaltes kann der Speicher auch über einen externen Adreßeingang angesprochen werden. Die Adressen werden in einem Adreßspeicher zwischengespeichert und über einen Addierer weiterverarbeitet wie die Adressen des Lesezählers. Die Adreßweiche steht dabei immer auf "Digital auslesen", eine Aufzeichnung kann nicht erfolgen.

Sonderbetriebsart "AvsB": In dieser Betriebsart werden die Daten des Kanals B als Schreibadressen benutzt, so daß die Funktion eines speichernden XY-Sichtgerätes vorliegt. Da die Daten nur 8 bit umfassen, die Adressen aber 11 bit, werden nur die 8 höchstwertigen Adreßbits benutzt und somit nur jeder 8. Speicherplatz belegt. Die Adreßweiche schaltet in dieser Betriebsart zwischen Leseadresse intern und Schreibadresse AvsB um. Diese Betriebsart wird am Timebase-Schalter in Stellung $A \leftrightarrow B$ eingeschaltet.

Datenweg: Die Eingangsdaten kommen kanalweise zu den beiden Speichern. Über die Eingangsdatenweiche können die Eingangsdaten A auch im Speicher B abgelegt werden. Die Ausgangsdaten werden der Ausgangsdatenweiche zugeführt. Ein Addierer bildet zusätzlich die Differenz Daten A-Daten B, welche ebenfalls an der Datenweiche anliegt. Über diese Weiche können für Eichzwecke zusätzlich der Triggerpegel oder die Werte Minimum und Maximum auf den Datenausgang geschaltet werden.

Wiedergabesteuerung: Der "X-Zähler" bildet den Kern der Wiedergabesteuerung. Seine Ausgänge werden dekodiert und erzeugen so die Steuersignale. Dabei entspricht die Stellung "0" des X-Zählers dem linken Bildrand bei der Wiedergabe über Oszilloskop oder Schreiber. Zu diesem Zeitpunkt werden Lesezähler und ein Sägezahnkomparator gestartet. Der Sägezahn erfüllt 2 Aufgaben: Er kann zur X-Ablenkung des Oszilloskops benutzt werden, dient aber hauptsächlich zur Realisierung eines einfachen A/D-Wandlers. Die Ausgangsspannungen der Potentiometer Horizontal Offset, Trigger Level und Trigger Moment werden mit der Sägezahnspannung verglichen. Bei Gleichheit entspricht der momentane X-Zählerstand dem eingestellten Spannungswert und wird in ein Register übernommen.

Master/Slave-Betrieb: In Ausführung /02 ist es möglich, die wesentlichen Aufnahmefunktionen (Modus, Taktrate, Triggerzeitpunkt, Triggerereignis) von einem Master-Gerät zu steuern. Zu diesem Zweck werden die entsprechenden Steuerleitungen einschließlich eines Synchronimpulses für den X-Zähler und des Speicherimpulses für die "Trigger Moment"-Wandlung über Weichen geführt und auf einen Digitalausgang gegeben.

An der Frontplatte können diese Funktionen von Eigen- auf Fremdsteuerung umgeschaltet werden.

9.1.5 TAKTKARTE [940-F], -L]

Diese Baugruppe umfaßt 3 Hauptteile: Takterzeugung, Ausgangs-D/A-Wandler und den Analogteil der Potentiometerdigitalisierung.

Takterzeugung: Alle Takte werden durch Teilung aus einem 20,48-MHz-Quarzoszillator erzeugt, welcher für den Master/Slave-Betrieb mittels PLL auf ein externes 102,4-kHz-Signal synchronisiert werden kann. Es sind 4 Teilergruppen vorhanden:

- Die zentrale Takterzeugung generiert alle von Geräteeinstellungen unabhängigen Takte.
- Die Schreibtakterzeugung ist von der Eingabeschaltung aus im Bereich 4 Hz - 2 MHz umschaltbar. Zusätzlich kann hier ein externer Takt bezüglich Phasenlage und Tastverhältnis aufbereitet werden, um die Aufnahmerate extern kontinuierlich zu verändern.

- In der Lesetakterzeugung wird je nach eingestellter Dehnung eine Taktfrequenz von 20 kHz bis 400 kHz erzeugt.
- Für die Schreiberausgabe wird (auf der Schaltung umsteckbar) eine Frequenz von 2,5 Hz bis 40 Hz erzeugt.

Ausgangsschaltung mit D/A-Wandler

Neben der Rückwandlung der Ausgangsdaten des Speichers erfüllt diese Schaltung noch folgende Sonderfunktionen:

- In der Eichbetriebsart "Trigger Position" schaltet die Ausgangssignalweiche zum geeigneten Zeitpunkt auf eine Sägezahnspannung um, damit auf dem Oszilloskop eine vertikale Marke erzeugt wird.
- Um Fehlinterpretationen von Signalen bei Übersteuerungen während der Aufnahme zu vermeiden, müssen die Werte 0000 0000 und 1111 1111 ausgeblendet werden. Dies wird auf 2 Arten erreicht: Die Ausgangssignalweiche schaltet auf eine Spannung um, die außerhalb des Nutzsignalbereichs liegt, so daß bei entsprechender Einstellung des Oszilloskops der Strahl außerhalb des Bildschirms liegt.

Zusätzlich wird ein Dunkeltastimpuls ausgegeben, um über den Z-Modulationseingang des Oszilloskops den Strahl auszutasten.

Potentiometerdigitalisierung

Der Analogteil (Sägezahnerzeugung und Komparatoren) dieser bereits beschriebenen Schaltung bildet den 3. Hauptteil der Baugruppe "Taktkarte".

9.1.6 SCHREIBER UND DATENRETTUNG (nur Ausführung /02, [940-G])

Kernstück der Zusatzschaltung für Schreiberwiedergabe ist ein langsam getakteter Zähler, der Schreiberzähler, welcher den gesamten Ablauf steuert.

Sein Ausgang wird mit der X-Adresse (Zählerstand des X-Zählers) verglichen. Bei Gleichheit werden sowohl der momentane Schreiberzählerstand als auch die Ausgangsdaten des Speichers in Puffer übernommen und in Analogspannungen umgewandelt. Dieses digitale Samplingverfahren bewirkt eine Zeitdehnung der auf dem Oszilloskop dargestellten Information.

Nur die Eichfunktionen unterscheiden sich von der Oszilloskopdarstellung: Bei den Funktionen "Minimum" bzw. "Maximum" wird der Adreßpuffer direkt auf die jeweiligen Werte gesetzt. Bei "Trigger Position" wird durch den Triggermarkenimpuls der momentane X-Zählerstand in den Adreßpuffer geladen. Gleichzeitig mit dem Adreßpuffer wird auch jeweils der Datenpuffer geladen. Der Schreiberzähler wird hierfür nicht benötigt. Während die Ausgabe eines Meßsignals über die Taste "Plot" ausgelöst werden muß, werden die Eichfunktionen immer gleichzeitig mit dem Oszilloskop ausgeführt.

Die Datenrettungsschaltung kontrolliert die Überspannungen des Netzteils und schaltet vor Zusammenbrechen der Betriebsspannung die Speicher auf Standby-Betrieb und Akkuversorgung um.

9.2 SCHALTUNGSBESCHREIBUNG DER BAUGRUPPEN

9.2.1 EINGABESCHALTUNG

Mit Hilfe der Eingabeschaltung werden durch Tipptasten oder Schalter die Gerätefunktionen eingestellt. Durch Tastendruck gewählte Funktionen werden in Flip-Flops gespeichert und mit LEDs angezeigt.

Record_Enable

Der Aufnahmekanal wird über die Tasten S 1 - S 3 angewählt. Dabei wird die ON/OFF-Funktion dieser Tasten durch getaktete Flip-Flops realisiert. IC 4.2 entprellt die Tasten und erzeugt den Clockimpuls für die Flip-Flops IC 2 und IC 3. Das gewünschte Flip-Flop wird über die J-K-Eingänge angesprochen. Das Signal "Netz ein" erzeugt beim Einschalten des Gerätes einen definierten Anfangszustand der Flip-Flops. Der nachfolgende Funktionsgraph beschreibt die Wirkung der Tasten S 1 - S 3.

Eingangswahl

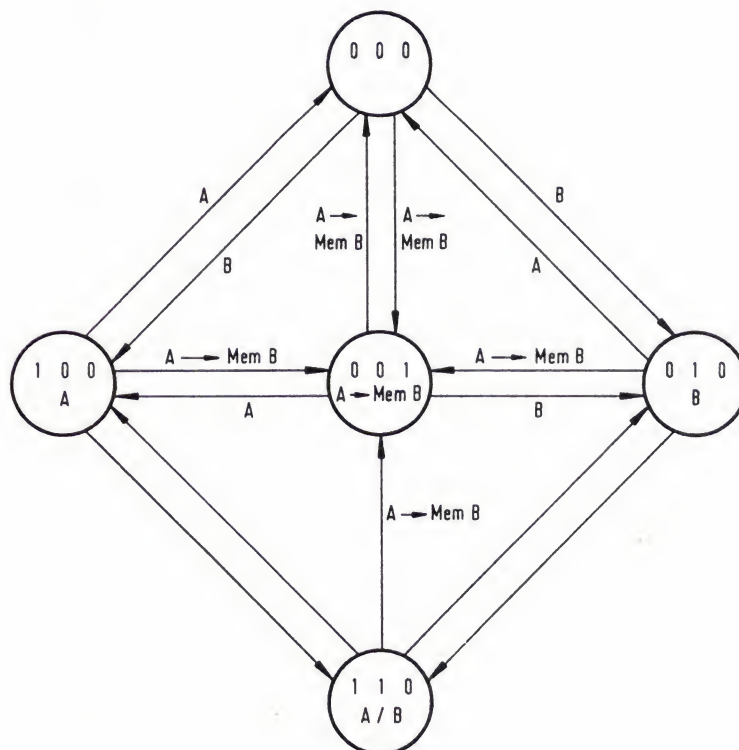


Bild 9-1 Eingangswahl

Erläuterung: Die Angaben innerhalb der Kreise kennzeichnen den jeweiligen Gerätezustand durch das Logiksignal auf den Steuerleitungen a/b/ab und durch die jeweils leuchtenden LEDs.

Die Pfeile geben die Zustandsänderungen beim Drücken der Taste an, mit welcher der Pfeil gekennzeichnet ist.

Record Mode

Die Wahl der Aufnahmeart erfolgt über die Tasten S 4 - S 6 bzw. mit dem Drehschalter S 14, wobei die jeweilige Einstellung über die Steuerleitungen $\overline{\text{OFF}}$, $\overline{\text{PER}}$, $\overline{\text{ARM}}$ und AvsB übertragen wird. In der Betriebsart "Single Triggered" kommt über die Leitung $\overline{\text{STa}}$ ein die Rückmeldung über den Aufnahmeablauf. Beim Einschalten einer Aufnahmeart wird zusätzlich kurzzeitig über das als Monoflop geschaltete IC 7/1 der Befehl zum Löschen des Speichers gegeben (Dauer ca. 30 ms). In der Betriebsart "Update" wird beim Ausschalten der Aufnahme über die Leitungen TrQ1 und TrQ2 das Triggersignal gesperrt.

Playback

Durch Tastendruck werden RS-Flip-Flops gesetzt, deren Ausgangssignale bereits die Steuersignale WS1 - WS3 darstellen. Beim Auslesen des Speichers über den Digitalausgang bleibt die Einstellung der Wiedergabefunktion erhalten, nur die zugehörige Kontrol-LED wird ausgeschaltet.

Die Codierung der verschiedenen Geräteeinstellungen ist in Kap. 7.6 mit Hilfe von Wahrheitstabellen beschrieben.

9.2.2 ANALOGTEIL

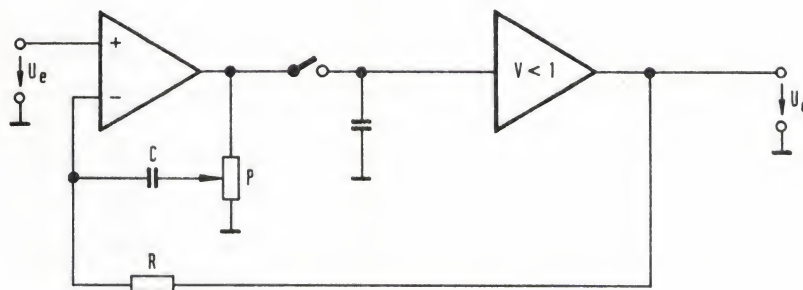
Eingangsteiler und Verstärker

Eingangsteiler und Verstärker haben die Aufgabe, das zu messende Signal an die Empfindlichkeit des A/D-Wandlers anzupassen. Sie bilden zusammen mit dem Wandler den Hauptteil der Baugruppe "Analogschaltung".

Das Eingangssignal durchläuft zuerst einen kompensierten Teiler mit 1 M Ω Eingangswiderstand. Die Umschaltung erfolgt durch Relais in den Stufen 1/10/100/1000.

G1 1 - 8 schützen die Verstärkereingänge gegen Überspannungen. Nach der ersten Verstärkerstufe folgt ein Teiler mit der Stufung 1/2/5, der durch einen CMOS-Analogschalter umgeschaltet wird. Ein weiterer Verstärker mit $V = +2,5$ hebt das Signal auf seine endgültige Amplitude an. IC 7 bzw. IC 8 bilden die erste Hälfte eines 400-kHz-Tiefpasses 4. Ordnung. In dieser Stufe wird außerdem eine Offsetspannung eingekoppelt, welche von den Potentiometern "Position A" bzw. "Position B" stammt. IC 9 bzw. IC 10 bilden zusammen mit den Transistoren T 5 und T 6 die Treiberstufe für den Abtaster und gleichzeitig die 2. Hälfte des Tiefpasses.

Es folgt der Diodenabtaster und ein Spannungsfolger (T 9 - 16) zur niederohmigen Wandleransteuerung. Offsetspannungen von Abtaster und Spannungsfolger werden durch eine Gleichspannungsgegenkopplung ausgeglichen.



940 : 32

Bild 9-2 Prinzipschaltung einer Gleichspannungsgegenkopplung

Für Gleichspannung und tieffrequente Wechselspannungen wird über den Gegenkopplungsweg R eine Gesamtverstärkung

$$V_{\text{ges}} = \frac{U_a}{U_e} = 1 \text{ erzwungen.}$$

Oberhalb der Grenzfrequenz $f_g \approx \frac{1}{2RC}$ ist diese Gegenkopplung unwirksam, und die Gesamtverstärkung wird mit P 1 auf $V_{\text{ges}} = 1$ abgeglichen.

A/D-Wandler

Die A/D-Wandler arbeiten nach dem "Successive Approximation" Prinzip. Aus Laufzeitgründen müssen die Ausgangsdaten nachsynchronisiert werden.

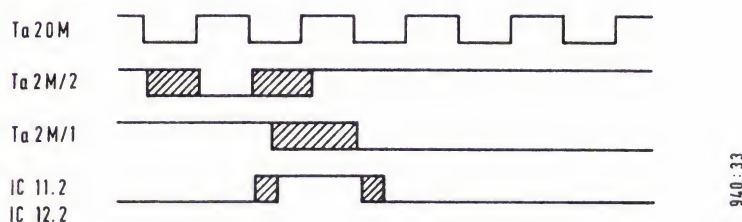


Bild 9-3 Impulsplan der Wandler- und Abtastersteuerung

Durch Laufzeittoleranzen bedingt, ist die Lage der Signalfanken innerhalb der schraffierten Zonen unsicher.

Übersteuert-Anzeige

Eine Übersteuerung der A/D-Wandler wird auf der Digitaleseite ermittelt. Die Werte 0 bzw. 255 werden als Übersteuerung gewertet, wobei die Überprüfung durch AND- bzw. OR-Verknüpfungen (IC 20 - 23) erfolgt. Die Gatterausgänge werden synchron über D-Flip-Flops abgefragt. Um auch kurzzeitige Übersteuerungen zu erkennen, werden die Übersteuert-Impulse durch Monoflops (IC 24, 25) auf mindestens 100 ms verlängert.

Die Anzeige erfolgt auf der Frontplatte durch LEDs.

Referenz- und Betriebsspannungen

Für mehrere Schaltungsteile innerhalb des Gerätes wird eine Referenzspannung benötigt. Sie wird durch IC 17 in der Baugruppe "Analogschaltung" erzeugt. Auch die 5-V-Betriebsspannung der A/D-Wandler wird von der Referenzspannung abgeleitet (IC 18/2, T 17).

Die beiden CMOS-Schalter im Verstärker (IC 3, 4) werden mit -12 V und +5,7 V gespeist. Die positive Betriebsspannung hierfür wird über R 186 und G1 30 erzeugt.

Triggerschaltung

Die Aufbereitung des externen Triggersignals erfolgt ebenfalls innerhalb der Baugruppe "Analogschaltung". IC 18/3 arbeitet als Impedanzwandler. Der Triggereingang ist wie die beiden Signaleingänge gegen Überspannungen geschützt. Da der Spannungsbereich des Triggerpegel-Potentiometers durch die Digitalisierungsschaltung vorgegeben ist, muß über IC 18/4 eine Anpassung erfolgen.

Der Ausgang des Komparators liefert die Triggerimpulse mit TTL-Pegel.

9.2.3 TAKTERZEUGUNG

Die Baugruppe "Takterzeugung" umfaßt 3 voneinander unabhängige Schaltungsteile:

- Taktaufbereitung mit Quarzoszillator und mehreren Teilern
- Ausgangsschaltung mit D/A-Wandler und Dunkeltaststeuerung
- Analogteil der Potentiometerdigitalisierung.

Taktaufbereitung

Alle Takte werden von einem 20,48-MHz-Quarzoszillator abgeleitet. Bei Frequenzangaben in der folgenden Beschreibung wird der Einfachheit halber so verfahren, als sei die Mutterfrequenz nicht 20,48 MHz sondern 20 MHz. So ergeben sich immer "glatte" Zahlenwerte.

IC 1 ist als 5:1-Teiler geschaltet, IC 2 teilt durch 10. Die tiefste Ausgangsfrequenz dieser beiden Teiler beträgt 400 kHz. Eine weitere Teilung (bis 20 Hz) erfolgt in den ICs 13 - 15. Über den Multiplexer IC 16 können aus der Teilerkette Signale mit Frequenzen zwischen 20 Hz und 2 MHz in der Abstufung 1/10/100... abgegriffen werden. Zusammen mit dem nachfolgenden 1/2/5-Teiler IC 17/1 und dem Multiplexer IC 18 können somit in der Stufung 1/2/5... alle Frequenzen zwischen 2 MHz und 4 Hz eingestellt werden.

IC 17/2, IC 21/2 und IC 22 bilden, ausgehend von 400 kHz, die Taktaufbereitung für TaL und ermöglichen die Umschaltung auf Frequenzen von 400 kHz, 200 kHz, 80 kHz, 40 kHz und 20 kHz. Über das Signal Lz Load werden die beiden Zähler periodisch rückgesetzt, um eine definierte Phasenlage des Signals TaL bei tieferen Frequenzen zu erzwingen. Läuft TaL mit 400 kHz, so ist dies ohnehin der Fall, da Lz Load ebenfalls von einem 400-kHz-Takt abgeleitet wird.

IC 7/1 und IC 8 erzeugen die Steuersignale AW1 und AW2 für die Adreßweiche. Die verschiedenen Betriebsfälle sind in Bild 7-34 dargestellt. Hierzu noch folgende Erläuterung:

Als normaler Betriebsfall gilt der Fall c) nach Bild 7-34, also keine Aufzeichnung oder Aufzeichnung mit internem Takt bei Taktraten < 400 kHz und Wiedergabe über Oszilloskop bzw. Schreiber. In diesem Fall wird die Adreßweiche über AW1 innerhalb von 2,5 µs für 1 µs auf die Leseadresse und für 1,5 µs auf die Schreibadresse umgeschaltet. So kann der Speicher im Multiplexbetrieb beschrieben und ausgelesen werden. Dies ist bei Schreibtaktraten \geq 400 kHz oder externem Schreibtakt nicht mehr ohne Einschränkung möglich. In diesem Fall kann der Schreibtakt TaS an beliebiger Stelle innerhalb eines 500 ns-Rasters kommen, also auch während der Zeit, die für den Lesevorgang vorgesehen ist. Das Flip-Flop IC 7/1 erkennt TaS-Impulse, die zu solchen Zeiten auftreten, und verhindert dann über IC 9/3 die Umschaltung von AW1.

Weitere Informationen zur Taktaufbereitung sind den Impulsplänen Bild 7-31 bis 7-35 zu entnehmen.

Ausgangsschaltung mit D/A-Wandler und Dunkeltaststeuerung

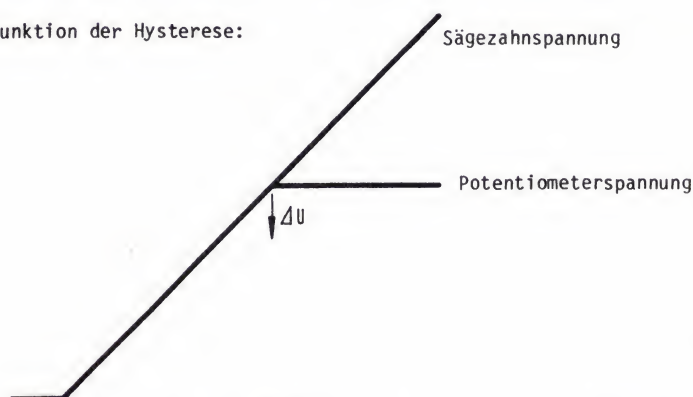
Der DAW (IC 46) wandelt die Ausgangsdaten DaY in ein Analogsignal um, welches über den Ausgang Y-Output zugänglich ist. Um ungültige Daten (z.B. bei Übersteuerung) auszublenden, sind 2 Möglichkeiten vorhanden: Über die Signalweiche (IC 48) wird der Ausgang auf eine Spannung gelegt, die außerhalb des Nutzsignalsbereichs liegt. Am angeschlossenen Oszillographen liegt damit der Strahl außerhalb des Bildschirms. Zusätzlich steht am Ausgang "Z-Mod." ein Dunkeltastsignal zur Verfügung. Eine Übersicht über die Kriterien für die Dunkeltastung und über die Ansteuerung der Signalebereiche ist in Kap. 7.6 vorhanden.

Analogteil der Potentiometer-Digitalisierung

R 23, C 7 und IC 40/2 bilden einen Integrator. Über den FET-Schalter T 4 wird der Kondensator periodisch entladen, so daß an IC 40.7 ein Sägezahn-Signal entsteht. Die Komparatoren IC 42/1-3 vergleichen die Potentiometerspannungen TrD-Poti, TrP-Poti und XOS-Poti mit der Sägezahnspannung und erzeugen bei Gleichheit einen Impuls (TrDS, TrPS bzw. XOSS).

Der Sägezahn läuft synchron mit einem Zähler, und jede Sägezahnspannung entspricht genau einem bestimmten Zählerstand. Mit Hilfe der Ausgangsimpulse der Komparatoren wird der momentane Zählerstand in Flip-Flops abgespeichert. Dieser Digitalwert ist somit ein Maß für die Potentiometereinstellung. Daß sich bei jeder Potentiometereinstellung ein stabiler Digitalwert ergibt, wird mit Hilfe einer Hysterese sichergestellt.

Funktion der Hysterese:



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zählerstand
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	Bit 0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	Bit 1
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	Bit 2
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	Bit 3

Bei der oben gezeichneten Potentiometerspannung kann der Wert 7 oder 8 abgespeichert werden. "Entscheidet" sich die Schaltung beim ersten Durchgang für 7, so wird durch das Bit 1 die Potentiometerspannung um ΔU verringert. Damit liegt die Spannung so, daß bei der nächsten Wandlung Bit 2 und alle höherwertigeren Bits sicher wieder den gleichen Wert haben. Da Bit 2 das niederwertigste, für die Digitalisierung noch interessierende Bit ist, ist somit der Digitalwert stabil.

Entscheidet sich die Schaltung hingegen bei der ersten Wandlung für den Zählerstand 8, so wird entsprechend Bit 1 die Potentiometerspannung um ΔU erhöht. Somit liegt also ein anderer, aber ebenfalls stabiler Digitalwert vor.

Der Digitalteil dieser Schaltung befindet sich innerhalb der Baugruppe "Speicher".

9.2.4 SPEICHER [940-E], -K]

Die Schaltung "Speicher" ist die umfangreichste Baugruppe des Gerätes. Sie besteht aus 4 Hauptteilen:

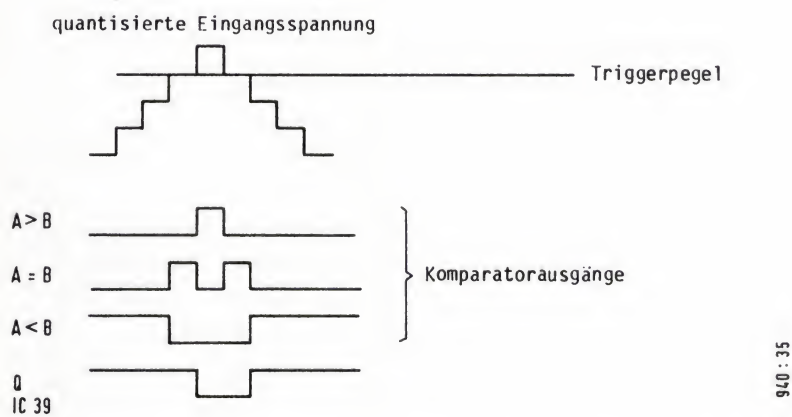
- Datenteil mit Speicher,
- Adreßteil,
- Aufnahmesteuerung und Wiedergabesteuerung.

9.2.4.1 Datenteil

Die Eingangsdaten des Kanals A (DaA) gelangen zu einem Digitalkomparator (IC 1, 2) und zu 2 Bus-Treibern (IC 7, 8). Über IC 7 wird Speicher A (IC 14 - 17) angesteuert. Nur in der Betriebsart A → Mem B werden die Daten A über IC 8 Speicher B (IC 18 - 21) zugeführt.

Die Eingangsdaten des Kanals B (DaB) gelangen ebenfalls zu einem Digitalkomparator (IC 3, 4) und über einen Bus-Treiber (IC 9) zu Speicher B. Zusätzlich sind die Daten B zu einem Eingang der Adreßweiche (IC 50 - 55) geführt. Die Digitalkomparatoren in beiden Kanälen vergleichen die Eingangsdaten mit dem Triggerpegel. Den Ausgängen der Komparatoren sind J-K-Flip-Flops (IC 39) nachgeschaltet zur Erzeugung einer Hysterese.

Funktion der digitalen Hysterese:



Das Eingangssignal muß sich in der Umgebung des Triggerpegels um mindestens 2 Stufen ändern, damit Q seinen Zustand ändert.

Die Triggerimpulse werden mit IC 6 nachsynchronisiert und anschließend differenziert. Mit der Weiche IC 5 wird je nach gewünschter Triggerquelle und -flanke der richtige Impuls ausgewählt.

Die Daten gelangen von den Speicherausgängen zu 8-bit-Flip-Flops (IC 24, 25) und weiter zu einer Datenweiche (IC 34 - 37). Außerdem werden die Daten B invertiert (IC 30, 31) und einem Addierer (IC 28, 29) zugeführt, wo die Differenz A-B gebildet wird und ebenfalls zur Datenweiche gelangt. Der 4. Eingang dieser Weiche wird über IC 26, 27 mit verschiedenen Festwerten belegt: Triggerpegel, alle Bits auf L-Pegel oder alle Bits auf H-Pegel.

Besonderheit der Differenzbildung A-B

Zur Darstellung der Differenz zweier beliebiger 8-Bit-Worte werden 9 Bit benötigt (8 Bit + Vorzeichenbit). Da hier aber weiterhin nur 8 Bit zur Verfügung stehen, wurde folgende Vereinbarung getroffen:

Das Ergebnis 0 soll in der Mitte des Wertebereichs liegen, also $0 \hat{=} 1000\ 0000$ (128_{10})

Ergebnisse $\geq 127_{10}$ werden dargestellt als $255_{10} \hat{=} 1111\ 1111$

Ergebnisse $\leq -128_{10}$ werden dargestellt als $0000\ 0000$.

Differenzbildung durch Addition des Komplements:

$$A - B = A + \bar{B} + 00000001$$

Dieses Verfahren liefert folgende Wertebereiche

Ergebnis	≡ Darstellung	
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	} positiver Überlauf
1 1 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1	
1 0 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	} gesamter Wertebereich
1 0 1 1 1 1 1 0	1 1 1 1 1 1 1 0	
1 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0	
0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 1 1 1 1 1	
0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	
0 0 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	} negativer Überlauf
0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	

Carry Bit 8

Schaltungstechnisch kommt man zu dieser Darstellung folgendermaßen: Sind Bit 8 und Carry des Ergebnisses gleich, erfolgt an der Weiche die Umschaltung auf Festwert. Im übrigen Bereich wird das Carry-Bit als Bit 8 dargestellt.

In der Betriebsart A-B werden die Daten in beiden Kanälen nacheinander in die Auffang-Flip-Flops übernommen. Folglich liefert der Addierer zeitweise falsche Ergebnisse. Deshalb werden die Daten am Weichenausgang zu geeigneten Zeitpunkten in weiteren Flip-Flops (IC 38) gespeichert. In Ausführung /02 gelangen die Daten beider Speicher zusätzlich über eine Weiche mit Speicher (IC 22, 23) zum Digitalausgang.

9.2.4.2 Adreßteil

Die Speicher können über die Adreßweiche (IC 50 - 55) durch 4 Quellen adressiert werden:

Die Schreibadressen werden im Normalbetrieb vom Schreibzähler (IC 61 - 63) erzeugt. Nur in der Betriebsart AvsB werden die Daten vom Kanal B als Adressen benutzt. Da ein Datenwort nur 8 Bit umfaßt, während die Adressen 11 Bit lang sind, werden die 3 niederwertigsten Adreß-Bits auf L-Pegel festgelegt (Steuereingänge G von IC 50 und 51/1). In dieser Betriebsart wird somit nur jeder achte Speicherplatz benutzt.

Der Schreibzählerausgang führt außerdem zum Startadressenspeicher (IC 58 - 60). Hier wird für beide Kanäle getrennt in den Aufnahmearten "Roll" und "Single Triggered" jeweils die letzte Schreibadresse abgespeichert. Durch Addition von 1 im Startwertaddierer (IC 67 - 69) erhält man somit für das Auslesen die 1. Adresse des Speichers. In der Betriebsart "Update" wird der Startadressenspeicher auf 0 gesetzt. Da aber der Schreibzähler hier bei Adresse 1 beginnt, ist die Zuordnung ebenfalls korrekt. Nur in der Betriebsart AvsB, in welcher der Startadressenspeicher ebenfalls rückgesetzt wird, beginnt auch die Aufzeichnung bei Adresse 0. Deshalb entfällt hierbei die Addition von 1.

Die Leseadressen werden vom Lesezähler (IC 73-75) erzeugt. Indem der Lesezähler nicht bei Adresse 0, sondern bei der Adresse "X-Offset" (XOS) startet, wird die Verschiebung des dargestellten Speicherinhaltes in X-Richtung möglich. Der Ausgang des Lesezählers führt zum Startadressenaddierer, wo die Anpassung der Leseadressen an die tatsächliche Lage der Aufzeichnung im Speicher erfolgt.

In Ausführung /02 besteht zusätzlich die Möglichkeit, die einzelnen Speicherplätze extern abzufragen. Die hierfür notwendigen Adressen kommen zu einem Adressenspeicher (IC 70, 71), werden in einem Addierer (IC 64 - 66) mit dem jeweiligen Startwert verrechnet und der Adreßweiche zugeführt. Der Ausgang des Lesezählers wird außerdem in einem Digitalkomparator (IC 76, 77) mit dem Adreßwort TrD verglichen, welches die Triggerverzögerung in der Betriebsart "Single Triggered" festlegt. Mit Hilfe des Komparatorausgangssignals kann eine Marke erzeugt werden.

9.2.4.3 Aufnahmesteuerung

Der Schaltungsteil "Aufnahmesteuerung" besteht hauptsächlich aus den ICs 90 - 99. Kernstück ist der Triggerzähler (IC 90 - 92). Er wird zu Beginn eines Aufzeichnungsvorgangs auf 0 (bei Update) bzw. auf das Adreßwort TrD gesetzt. Durch den Triggerimpuls Tr wird der Zähler gestartet und beendet den Aufzeichnenvorgang, wenn Bit 12 von L- auf H-Pegel kippt.

Im "Update"-Betrieb (periodische Aufnahme) wird die Aufnahme über IC 93 für jeweils 2 Wiedergabezyklen gesperrt. IC 98 dient hauptsächlich zum Einsynchronisieren der Information "Schreibzähler ein" bei Fernsteuerbetrieb.

In der Betriebsart "Roll" ist der Triggerzähler außer Betrieb. Die Aufnahmesteuerung erfolgt hier direkt über die Leitungen $\overline{\text{Off}}$ und $\overline{\text{Arm}}$. In der Sonderbetriebsart "AvsB" ist dieser ganze Schaltungsteil ohne Funktion.

9.2.4.4 Wiedergabesteuerung

Kernstück der Wiedergabesteuerung ist der X-Zähler (IC 125 - 127, 107.2). Der Zähler läuft mit einem 400-kHz-Takt. Bei Zählerstand 1 1 0 0 0 0 0 0 wird über IC 124/2 der Rücksetzvorgang eingeleitet. Gleichzeitig mit dem X-Zähler wird über das Signal Lz Load auch der Lesezähler gesetzt. IC 128 und 129 bereiten die Takte für die Daten-Flip-Flops am Speicherausgang auf. Diese Flip-Flops werden normalerweise gleichzeitig getaktet, nur in der Wiedergabeart A-B kommen die Clockimpulse nacheinander.

Der X-Zähler steuert über das Signal "Rücklauf" auf der Schaltung "Takterzeugung" (5) einen Sägezahngenerator. Dort wird die Sägezahnspannung mit den Spannungen von 3 Potentiometern (Trigger Level, Trigger Moment, Horizontal Offset) verglichen. Bei Gleichheit kommt über die Leitung TrPS, TrDS, XOSS ein Signal, welches über IC 119, 123, 121 und 118 den jeweils zugeordneten Speicher (IC 105/106, 101/103 oder 102/104) ansteuert und den momentanen X-Zählerstand abspeichert. Dieser Vorgang bedeutet eine Analog/Digitalwandlung der Potentiometerspannung. Die Signale TrPR, TrDR und XOSR dienen zur Erzeugung einer Hysterese bei der Wandlung (siehe Kap. 2.4.3).

Über IC 123 werden die Komparatorimpulse während des Sägezahnrücklaufs gesperrt. Weiterhin wird ein Impuls ausgelöst, falls schon der Startpunkt des Sägezahns die Potentiometerspannung überschritten hat. Über IC 119 wird ein Impuls erzeugt, falls der Sägezahn die Potentiometerspannung nicht erreicht. Außerdem wird hierüber der zulässige Wertebereich nach oben begrenzt:

Triggermoment: 0 - 255
 Triggerpegel: 1 - 254
 X-Offset: 0 - 248

9.2.4.5 Master/Slave-Funktionen (nur /02)

Im Master/Slave-Betrieb müssen im Slave-Gerät neben den Steuersignalen für die Aufnahmefunktionen noch weitere Hilfssignale vom Mastergerät übernommen werden. Ein Teil der umzuschaltenden Signale wird über die Weiche IC 100 geführt. Folgende Signale werden übertragen:

Master 9/Slave 9: Schaltet Schreibzähler und Schreibtakt für Speicher ein.
 Master 10/Slave 10: Speicherimpuls für Triggermoment-Digitalisierung. Hierdurch wird am Slavegerät der gleiche Wert für "Triggermoment" eingestellt wie am Mastergerät.
 Master 11/Slave 11: Rücksetzimpuls für X-Zähler.
 Master 12/Slave 12: Steuersignal PER.

Im Master/Slave-Betrieb wird durch eine PLL-Schleife der Quarzoszillator des Slavegerätes mit dem Master synchronisiert. Phasenkomparator (IC 41) und Regelspannungsverstärker (IC 42) gehören zur Baugruppe "Speicher".

Liegt kein Master/Slave-Betrieb vor, so wird die Regelspannung über eine Hälfte von IC 56 auf einen Festwert geschaltet.

9.2.4.6 Datenrettung

In Ausführung /02 wird der Speicherinhalt bei abgeschaltetem Gerät erhalten. Zu diesem Zweck werden die Bausteine des Signalspeichers (IC 14 - 21), der Startadressenspeicher (IC 58 - 60) und die Analogschalter IC 13, 56 und 57 aus Akkus betrieben. Bei abgeschaltetem Gerät sind die Ausgänge der Speicher hochohmig geschaltet und die \overline{CS} -Eingänge von IC 14 - 21 liegen auf H-Pegel. Mit Hilfe der Analogschalter werden die Steuereingänge der Speicher im Standby-Betrieb von der übrigen Schaltung abgetrennt.

9.2.5 SCHREIBER UND DATENRETTUNG

Über das Signal "Start Schreiber" wird die Schreiberwiedergabe gestartet bzw. gestoppt. Die gesamte Wiedergabesteuerung übernimmt der Schreiberzähler (IC 23 - 26).

Während der Wiedergabe wird der Zählerausgang über die Weichen IC 1 - 5 in den Flip-Flops IC 17 und IC 18 zwischengespeichert. Der D/A-Wandler IC 16 erzeugt aus diesen Digitalworten die X-Ablenkspannung. Gleichzeitig wird der Zählerausgang in der Komparatorschaltung IC 6 - 10 mit den X-Adressen verglichen, die in der Baugruppe "Speicher" erzeugt werden. Bei Gleichheit wird das gerade anliegende Datenwort DaY in IC 11 und IC 12 gespeichert und mittels D/A-Wandler (IC 14) in eine Analogspannung umgewandelt.

Die Eichfunktionen werden folgendermaßen realisiert: Bei den Funktionen MIN bzw. MAX wird das Adreßwort mit Hilfe der Weiche IC 1 - 5 auf den jeweiligen Wert gesetzt. Die Daten DaY werden wie üblich übernommen.'

Bei der Funktion TRIG. POS. wird über die Weiche IC 1 - 5 die X-Adresse auf die Flip-Flops IC 17 und IC 18 gegeben. Wenn über die Leitung TrM ("Triggermarke") ein Impuls kommt, wird das momentane Adreßwort X-Ad abgespeichert und bestimmt somit die X-Position der Marke. Der Y-Wert wird bestimmt wie bereits beschrieben.

Der Wiedergabeablauf ist aus der Tabelle Bild 7-39 zu entnehmen.

Unterschiedliche Wirkung der Taste "Plot" beim Starten und Anhalten:

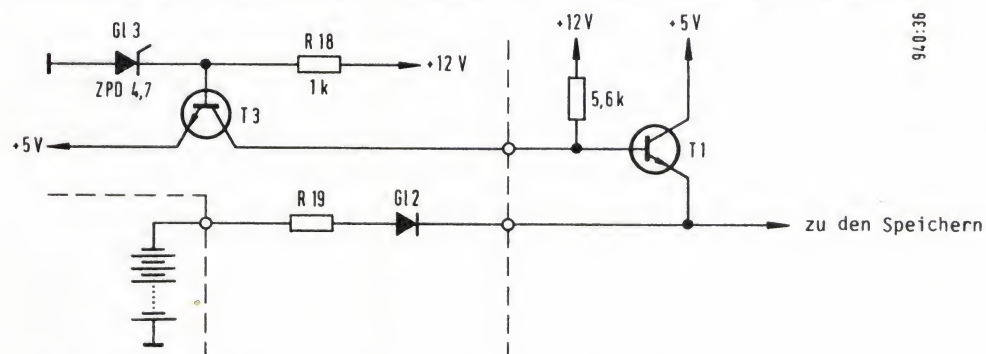
- a) Start: IC 36.5 liegt auf H; durch den Startimpuls geht IC 36.2 auf L, und je nach eingestellter Wiedergabeart wird der Zähler auf L L L L L H H L L L L L (MEM A, MEM B) oder H L L L L H H L L L L L (A&B) gesetzt.
- b) Stop: IC 36.5 liegt auf L; durch den Tastenimpuls kippt IC 36.2 auf H, und der Zähler wird auf H L L L L H L L L L L L gesetzt.

Bei Benutzung der Horizontalverschiebung ist es möglich, daß auf dem Oszilloskop nicht die gesamte Schirmbreite ausgenutzt wird. Bei der Schreiberwiedergabe wird dann über das Signal SpE an der entsprechenden Stelle der Pen-Lift betätigt.

Datenrettung

Um bei ausgeschaltetem Gerät die gespeicherten Daten zu erhalten, muß die Betriebsspannung der Speicherbausteine von Netz- auf Batteriebetrieb umgeschaltet werden. Außerdem muß ein Kontrollsignal erzeugt werden, welches vor Umschaltung Netz→Batterie die Speicher von der restlichen Schaltung abtrennt und auf Standby-Betrieb umschaltet. Zu diesem Zweck überwachen 2 Komparatoren (IC 32) die Oberspannungen der +5-V- und +12-V-Betriebsspannung. Unterschreitet eine der beiden Spannungen einen vorgegebenen Grenzwert, wird das Kontrollsignal PD ("Power Down") auf H gesetzt. Beim Wiedereinschalten des Gerätes wird das Signal verzögert rückgesetzt, um sicherzustellen, daß bereits alle Bausteine ihre volle Betriebsspannung haben.

Die Speicherbetriebsspannung wird abhängig von der Netzteilspannung umgeschaltet.



Bei abgeschaltetem Gerät werden die Speicher über R 19 und G1 2 gespeist. T 1 ist gesperrt. Im eingeschalteten Zustand versorgt T 1 die Speicher. Während des Ein- bzw. Ausschaltvorganges ist es möglich, daß die +12-V-Betriebsspannung anliegt, während die +5-V-Betriebsspannung noch bzw. schon zu niedrig ist. Während dieser Zeit leitet T 3 und verhindert so, daß T 1 invers einschaltet und die Speicherbetriebsspannung gegen die (in diesem Moment zu geringe) +5-V-Spannung kurzschließt.

9.2.6 ANSCHLUSSPLATINE

Die Anschlußplatine dient hauptsächlich als Übergang von der internen 3 M-Verkabelung auf die Anschlußbuchsen an der Geräterückwand. Für den Master/Slave-Betrieb können mit Hilfe der Signalweichen IC 4 und IC 5 mehrere Steuersignale umgeschaltet werden. IC 1 - 3 dienen als Puffer für die abgehenden Mastersignale.

Die Trennstufe IC 6 hält Störsignale von der Buchse "Ext. Clock" fern.

